权威授权版

AutoCAD® 2016 中文版快捷命令

ACAA教育 主编　胡仁喜 刘昌丽 编著

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京•BEIJING

内 容 简 介

本书利用快捷命令的方式重点介绍了 AutoCAD 2016 中文版的新功能及各种基本操作方法的快捷命令和技巧，还添加了具体应用实例。全书分为 14 章，分别介绍了 AutoCAD 2016 的基础知识、二维图形的绘制与编辑、各种基本绘图工具、文字与表格、尺寸标注、图块、辅助绘图工具、绘制和编辑三维表面、实体造型、机械设计综合实例、建筑设计综合实例和电气设计综合实例等内容。

本书可以作为初学者的快速入门教材，也可以作为工程技术人员的参考工具书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

AutoCAD 2016 中文版快捷命令权威授权版 / ACAA 教育主编；胡仁喜，刘昌丽编著. —北京：电子工业出版社，2016.5
ISBN 978-7-121-28302-4

Ⅰ. ①A… Ⅱ. ①A… ②胡… ③刘… Ⅲ. ①AutoCAD 软件 Ⅳ. ①TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 047554 号

策划编辑：高丽阳
责任编辑：徐津平
特约编辑：顾慧芳
印　　刷：北京京师印务有限公司
装　　订：三河市皇庄路通装订厂
出版发行：电子工业出版社
　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　邮编：100036
开　　本：880×1230　1/32　印张：11　字数：338 千字
版　　次：2016 年 5 月第 1 版
印　　次：2016 年 5 月第 1 次印刷
印　　数：3000 册　　定价：45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：010-51260888-819　faq@phei.com.cn。

前言

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司推出的，集二维绘图、三维设计、渲染及通用数据库管理和互联网通信功能为一体的计算机辅助绘图软件包。自 1982 年推出以来，从初期的 1.0 版本，经多次版本更新和性能完善，现已发展到 AutoCAD 2016，不仅在机械、电子和建筑等工程设计领域得到了广泛的应用，而且在地理、气象、航海等特殊图形的绘制，甚至乐谱、灯光和广告等领域也得到了多方面的应用，目前已成为微机 CAD 系统中应用最为广泛的图形软件之一。

本书的编者都是各高校多年从事计算机图形教学研究的一线人员，他们具有丰富的教学实践经验与教材编写经验。多年的教学工作使他们能够准确地把握学生的心理与实际需求。值此AutoCAD 2016面市之际，编者根据读者工程应用学习的需要编写了此书，本书凝结着他们的经验与体会，贯彻着他们的教学思想，希望能够为广大读者的学习起到良好的引导作用，为广大读者自学提供一个简洁有效的终南捷径。

市面上的 AutoCAD 设计学习书籍浩如烟海，但读者要挑选一本自己中意的书却很困难，真是“乱花渐欲迷人眼”。那么，本书为什么能够让您在“众里寻他千百度”之际，于“灯火阑珊”中 “蓦然回首”呢？那是因为本书有以下 5 大特色。

作者权威

本书作者是 Autodesk 公司中国认证考试官方教材指定执笔作者，有多年的计算机辅助设计领域工作经验和教学经验。本书是作者总结多年的设计经验以及教学的心得体会，历时多年精心编著，力求全面细致

地展现出 AutoCAD 2016 在设计应用领域的各种功能和使用方法。

内容简洁

本书在有限的篇幅内，讲解了利用快捷命令的方式进行快速绘图的方法与技巧，帮助那些希望掌握 AutoCAD 快速绘图技巧的读者找到一条学习的终南捷径。

实例专业

本书中引用的实例都来自设计工程实践，结构典型，真实实用。这些实例经过作者精心提炼和改编，不仅保证了读者能够学好知识点，更重要的是能帮助读者掌握实际的操作技能。

提升技能

本书从全面提升设计与 AutoCAD 应用能力的角度出发，结合具体的案例来讲解如何利用 AutoCAD 2016 进行工程设计，真正让读者懂得计算机辅助设计，从而独立地完成各种工程设计。

知行合一

结合典型的工程设计实例详细讲解 AutoCAD 2016 设计知识要点，让读者在学习案例的过程中潜移默化地掌握AutoCAD 2016软件操作技巧，同时培养了工程设计实践能力。

本书利用快捷命令的方式重点介绍了 AutoCAD 2016 中文版的新功能及各种基本操作方法的快捷命令和技巧，还添加了具体应用实例。全书分为 14 章，分别介绍了 AutoCAD 2016 的有关基础知识、二维图形的绘制与编辑、各种基本绘图工具、文字与表格、尺寸标注、图块、辅助绘图工具、绘制和编辑三维表面、实体造型、机械设计综合实例、建筑设计综合实例和电气设计综合实例等内容。

本书可以作为初学者的快速入门教材，也可以作为工程技术人员的参考工具书。

本书由 ACAA 教育主编，主要编写人为胡仁喜和刘昌丽老师。另外，张日晶、王义发、王培合、康士廷、王玉秋、王敏、王艳池、卢园、

孟培、闫聪聪、杨雪静、李亚莉、李兵等也为本书的编写提供了大力支持，值此图书出版发行之际，向他们表示衷心的感谢。

限于时间和编者水平，书中疏漏之处在所难免，不当之处恳请读者批评指正，编者不胜感激。若需要本书的实例源文件和实例操作过程讲解动画，请联系出版社或发邮件至 win760520@126.com。

编　者

2015 年 11 月

目录

第 1 章　AutoCAD 2016 基础……1

1.1　操作环境简介……1

1.1.1　操作界面（Ctrl+9，F2）……3

1.1.2　绘图系统配置（OPTIONS，OP）……4

1.1.3　绘图环境设置（UNIT，UN）……6

1.2　命令操作入门……7

1.2.1　命令输入方法……7

1.2.2　数据输入方式……9

1.2.3　命令的重复、撤销（Ctrl+Z）、重做（Ctrl+Y）……11

1.3　文件管理……12

1.3.1　新建文件（Ctrl+N）……12

1.3.2　打开文件（Ctrl+O）……13

1.3.3　保存文件（Ctrl+S）……14

1.3.4　另存为（Ctrl+Shift+S）……14

1.3.5　退出（Ctrl+Q）……15

第 2 章　基本二维绘图命令……16

2.1　直线类命令……16

2.1.1　直线段（LINE，L）……16

2.1.2　操作实例——标高符号……16

2.1.3　构造线（XLINE，XL）……17

2.2　圆类图形命令……18

2.2.1 圆（CIRCLE，C） …… 18
2.2.2 操作实例——圆餐桌 …… 19
2.2.3 圆弧（ARC，A） …… 19
2.2.4 操作实例——椅子 …… 20
2.2.5 圆环（DONUT，DO） …… 22
2.2.6 椭圆与椭圆弧（ELLIPSE，EL） …… 22
2.2.7 操作实例——洗脸盆 …… 23
2.3 平面图形命令 …… 24
2.3.1 矩形（RECTANG，REC） …… 24
2.3.2 操作实例——办公桌 …… 25
2.3.3 正多边形（POLYGON，POL） …… 25
2.3.4 操作实例——卡通造型 …… 26
2.4 点 …… 27
2.4.1 绘制点（POINT，PO） …… 27
2.4.2 等分点（DIVIDE，DIV） …… 28
2.4.3 测量点（MEASURE，ME） …… 28
2.4.4 操作实例——楼梯 …… 28
2.5 综合实例——方头平键 …… 29

第 3 章 高级二维绘图命令 …… 31

3.1 多线 …… 31
3.1.1 绘制多线（MLINE，ML） …… 31
3.1.2 定义多线样式 …… 31
3.1.3 编辑多线 …… 32
3.1.4 操作实例——墙体 …… 32
3.2 多段线 …… 35
3.2.1 绘制多段线（PLINE，PL） …… 35
3.2.2 编辑多段线（PEDIT，PE） …… 35
3.2.3 操作实例——鼠标 …… 36
3.3 样条曲线 …… 37
3.3.1 绘制样条曲线（SPLINE，SPL） …… 37
3.3.2 编辑样条曲线（SPLINEDIT，SPE） …… 38

3.3.3 操作实例——雨伞 …… 38
3.4 面域 …… 40
3.4.1 创建面域（REGION，REG） …… 40
3.4.2 面域的布尔运算（UNION，UNI） …… 40
3.4.3 操作实例——鞍形截面 …… 41
3.5 图案填充 …… 42
3.5.1 图案填充的操作（HATCH，H） …… 42
3.5.2 编辑填充图案（HATCHEDIT，HE） …… 43
3.6 综合实例——小房子 …… 43

第 4 章 基本绘图工具 …… 50

4.1 缩放与平移 …… 50
4.1.1 实时缩放（ZOOM，Z） …… 50
4.1.2 实时平移（PAN，P） …… 51
4.2 精确定位工具 …… 52
4.2.1 捕捉工具（DSETTINGS，SE） …… 52
4.2.2 栅格工具（DSETTINGS，SE） …… 53
4.2.3 正交模式（ORTHO，F8） …… 53
4.3 对象捕捉工具 …… 53
4.3.1 特殊位置点捕捉（TT） …… 54
4.3.2 操作实例——精确定位大小圆 …… 55
4.3.3 设置对象捕捉（DSETTINGS，SE） …… 57
4.4 对象追踪 …… 58
4.4.1 自动追踪（DSETTINGS，SE） …… 58
4.4.2 操作实例——特殊位置线段 …… 59
4.4.3 极轴追踪设置（DSETTINGS，SE） …… 60
4.5 图层设计 …… 61
4.5.1 设置图层（LAYER，LA） …… 61
4.5.2 图层的线型（LINETYPE，LT） …… 62
4.5.3 颜色的设置（COLOR，COL） …… 62
4.5.4 操作实例——螺栓 …… 63
4.6 对象约束 …… 65

4.6.1 建立几何约束 …… 65
4.6.2 几何约束设置（CONSTRAINTSETTINGS，CSETTINGS） …… 65
4.6.3 操作实例——约束控制未封闭三角形 …… 66
4.7 综合实例——捕捉法绘制方头平键 …… 68

第 5 章 二维编辑命令 …… 73

5.1 选择对象 …… 73
5.2 复制类命令 …… 76
5.2.1 复制命令（COPY，CO） …… 76
5.2.2 操作实例——办公桌 1 …… 76
5.2.3 镜像命令（MIRROR，MI） …… 77
5.2.4 操作实例——办公桌 2 …… 77
5.2.5 偏移命令（OFFSET，O） …… 79
5.2.6 操作实例——单开门 …… 79
5.2.7 阵列命令（ARRAY，AR） …… 80
5.2.8 操作实例——装饰花瓣 …… 81
5.3 改变位置类命令 …… 82
5.3.1 移动命令（MOVE，M） …… 82
5.3.2 旋转命令（ROTATE，RO） …… 83
5.3.3 操作实例——电脑 …… 83
5.3.4 缩放命令（SCALE，SC） …… 84
5.4 改变几何特性类命令 …… 85
5.4.1 修剪命令（TRIM，TR） …… 85
5.4.2 操作实例——灯具 …… 85
5.4.3 延伸命令（EXTEND，EX） …… 87
5.4.4 操作实例——窗户 …… 87
5.4.5 拉伸命令（STRETCH，S） …… 89
5.4.6 拉长命令（LENGTHEN，LEN） …… 89
5.4.7 分解命令（EXPLODE，X） …… 90
5.4.8 合并命令（JOIN，J） …… 90
5.4.9 圆角命令（FILLET，F） …… 91

5.4.10 操作实例——沙发 …… 91
5.4.11 倒角命令（CHAMFER，CHA） …… 93
5.4.12 操作实例——洗菜盆 …… 93
5.4.13 打断命令（BREAK，BR） …… 95
5.4.14 操作实例——删除中心线 …… 95
5.4.15 打断于点 …… 96
5.5 对象特性修改命令 …… 96
5.5.1 钳夹功能 …… 96
5.5.2 “特性”选项板（Ctrl+1） …… 97
5.5.3 特性匹配（MATCHPROP，MA） …… 98
5.6 删除及恢复命令 …… 98
5.6.1 删除命令（ERASE，E） …… 98
5.6.2 恢复命令（OOPS，U） …… 99
5.6.3 清除命令（Del 键） …… 99
5.7 综合实例——绘制燃气灶 …… 99

第 6 章 文本与表格 …… 103

6.1 文字样式（STYLE，ST） …… 103
6.2 文本标注 …… 105
6.2.1 单行文本标注（TEXT） …… 105
6.2.2 多行文本标注（MTEXT，T） …… 107
6.3 文本编辑（DDEDIT，ED） …… 110
6.4 表格 …… 110
6.4.1 表格样式（TABLESTYLE，TS） …… 110
6.4.2 表格绘制（TABLE，TB） …… 112
6.4.3 表格编辑（TABLEDIT） …… 113
6.4.4 操作实例——明细表 …… 114

第 7 章 尺寸标注 …… 122

7.1 标注样式（DIMSTYLE，D） …… 122
7.2 标注尺寸 …… 126
7.2.1 操作实例——标注阶梯形 …… 127

7.2.2 操作实例——标注曲柄尺寸 …… 129
7.3 引线标注 …… 130
7.3.1 引线标注（LEADER，LEAD） …… 131
7.3.2 快速引线标注（QLEADER，LE） …… 131
7.3.3 多重引线 …… 133
7.3.4 操作实例——标注齿轮尺寸 …… 133
7.4 形位公差（TOLERANCE，TOL） …… 135
7.5 综合实例——标注轴 …… 136

第 8 章 图块 …… 140

8.1 图块操作 …… 140
8.1.1 定义图块（BLOCK，B） …… 140
8.1.2 写块（WBLOCK，W） …… 141
8.1.3 操作实例——绘制指北针图块 …… 142
8.1.4 图块的插入（INSERT，I） …… 144
8.1.5 动态块（BEDIT，BE） …… 144
8.2 图块的属性 …… 146
8.2.1 定义图块属性（ATTDEF，ATT） …… 146
8.2.2 修改属性的定义（DDEDIT） …… 147
8.2.3 图块属性编辑（ATTEDIT，ATE） …… 147
8.3 综合实例——标注标高符号 …… 149

第 9 章 辅助绘图工具 …… 152

9.1 对象查询 …… 152
9.1.1 查询距离（DIST，DI） …… 153
9.1.2 查询列表（LIST，LI） …… 153
9.2 设计中心 …… 154
9.2.1 启动设计中心（ADCENTER，ADC） …… 155
9.2.2 插入图块 …… 155
9.2.3 图形复制 …… 155
9.3 工具选项板 …… 156
9.3.1 打开工具选项板（TOOLPALETTES，TP） …… 156

9.3.2 新建工具选项板 …… 157
9.3.3 向工具选项板添加内容 …… 158
9.4 综合实例——居室室内平面图 …… 159

第 10 章 绘制和编辑三维表面 …… 163

10.1 三维坐标系统 …… 163
10.1.1 坐标系设置（UC） …… 163
10.1.2 创建坐标系（UCS） …… 165
10.1.3 动态坐标系 …… 167
10.2 观察模式 …… 168
10.2.1 动态观察（3DORBIT，3DO） …… 168
10.2.2 视图控制器（NAVVCUBE） …… 171
10.3 三维绘制 …… 172
10.3.1 绘制三维面（3DFACE，3F） …… 172
10.3.2 绘制多边网格面（PFACE） …… 173
10.3.3 绘制三维网格（3DMESH） …… 173
10.4 绘制三维网格曲面 …… 174
10.4.1 直纹曲面（RULESURF） …… 174
10.4.2 平移曲面（TABSURF） …… 175
10.4.3 边界曲面（EDGESURF） …… 176
10.4.4 旋转曲面（REVSURF，REV） …… 177
10.4.5 操作实例——弹簧的绘制 …… 178
10.5 编辑三维曲面 …… 180
10.5.1 三维镜像（MIRROR3D） …… 180
10.5.2 三维阵列（3DARRAY） …… 181
10.5.3 对齐对象（ALIGN，AI） …… 182
10.5.4 三维移动（3DMOVE） …… 183
10.5.5 三维旋转（3DROTATE） …… 184
10.6 综合实例——茶壶 …… 185
10.6.1 绘制茶壶拉伸截面 …… 185
10.6.2 拉伸茶壶截面 …… 187
10.6.3 绘制茶壶盖 …… 190

第 11 章　实体造型 …… 192

11.1　创建基本三维实体 …… 192
11.1.1　创建长方体（BOX） …… 192
11.1.2　圆柱体（CYLINDER，CYL） …… 194
11.1.3　操作实例——弯管接头绘制 …… 194
11.2　特征操作 …… 196
11.2.1　拉伸（EXTRUDE，EXT） …… 196
11.2.2　操作实例——旋塞体的绘制 …… 196
11.2.3　旋转（REVOLVE，REV） …… 199
11.2.4　操作实例——带轮的绘制 …… 199
11.2.5　扫掠（SWEEP） …… 202
11.2.6　操作实例——锁的绘制 …… 203
11.2.7　放样（LOFT） …… 206
11.2.8　拖曳（PRESSPULL） …… 209
11.3　实体三维操作 …… 209
11.3.1　圆角（FILLET，F） …… 209
11.3.2　操作实例——棘轮的创建 …… 210
11.3.3　倒角（CHAMFER，CHA） …… 212
11.3.4　操作实例——手柄的创建 …… 213
11.3.5　干涉检查（INTERFERE，INF） …… 216
11.4　特殊视图 …… 218
11.4.1　剖切（SLICE，SL） …… 218
11.4.2　剖切截面（SECTION，SEC） …… 219
11.4.3　操作实例——连接轴环的绘制 …… 219
11.5　编辑实体 …… 222
11.5.1　拉伸面（SOLIDEDIT） …… 222
11.5.2　移动面（SOLIDEDIT） …… 223
11.5.3　偏移面（SOLIDEDIT） …… 224
11.5.4　抽壳（SOLIDEDIT） …… 225
11.5.5　操作实例——轴支架的绘制 …… 226
11.6　显示形式 …… 229
11.6.1　消隐（HIDE，HI） …… 229

11.6.2 视觉样式（VSCURRENT） ····· 229
11.6.3 视觉样式管理器（VISUALSTYLES） ····· 231
11.7 渲染实体 ····· 232
11.7.1 贴图（MATERIALMAP） ····· 232
11.7.2 材质 ····· 234
11.7.3 渲染操作 ····· 236
11.8 综合实例——壳体 ····· 238
11.8.1 绘制壳体主体 ····· 239
11.8.2 绘制壳体的其他部分 ····· 244
11.8.3 倒角与渲染视图 ····· 246

第 12 章 机械设计综合实例 ····· 247

12.1 完整零件图绘制方法 ····· 247
12.1.1 零件图内容 ····· 247
12.1.2 零件图绘制过程 ····· 247
12.2 箱体的绘制方法 ····· 248
12.2.1 变速器箱体的绘制过程 ····· 248
12.2.2 变速器箱体标注 ····· 263
12.3 传动轴设计 ····· 267
12.4 装配图内容 ····· 267
12.5 变速器装配图 ····· 268
12.5.1 安装已有图块 ····· 269
12.5.2 补全装配图 ····· 271
12.5.3 修剪装配图 ····· 272

第 13 章 建筑设计综合实例 ····· 275

13.1 关于建筑设计 ····· 275
13.2 某低层商住楼总平面图绘制 ····· 276
13.2.1 设置绘图参数 ····· 276
13.2.2 建筑物布置 ····· 277
13.2.3 场地道路、绿地等布置 ····· 279
13.2.4 各种标注 ····· 281

13.3 高层住宅建筑平面图 ····· 287
13.3.1 建筑平面墙体绘制 ····· 288
13.3.2 建筑平面门窗绘制 ····· 292
13.3.3 楼梯间和电梯间等建筑空间平面绘制 ····· 295
13.3.4 建筑平面家具布置 ····· 298
13.4 高层住宅立面图 ····· 302
13.4.1 建筑标准层立面轮廓绘制 ····· 302
13.4.2 建筑标准层门窗及阳台立面轮廓绘制 ····· 303
13.4.3 建筑整体立面创建 ····· 306
13.5 墙身节点 1 的绘制 ····· 308

第 14 章 电气设计综合实例 ····· 311

14.1 电气工程图概述 ····· 311
14.2 数字交换机系统图 ····· 312
14.2.1 设置绘图环境 ····· 313
14.2.2 图形布局 ····· 313
14.2.3 添加连接线 ····· 314
14.2.4 添加各部件的文字 ····· 314
14.3 恒温烘房电气控制图 ····· 316
14.3.1 设置绘图环境 ····· 316
14.3.2 图纸布局 ····· 317
14.3.3 绘制各电气元件 ····· 319
14.3.4 完成加热区 ····· 326
14.3.5 完成循环风机 ····· 327
14.3.6 添加到结构图 ····· 328
14.3.7 添加注释 ····· 328

附录 A 索引 ····· 329

第1章

AutoCAD 2016 基础

在本章中，我们将循序渐进地学习 AutoCAD 2016 绘图的有关基本知识。了解如何设置图形的系统参数，熟悉建立新的图形文件、打开已有文件的操作方法等。

1.1 操作环境简介

安装 AutoCAD 2016 后，默认的界面如图 1-1 所示，在绘图区中右击鼠标，打开快捷菜单，如图 1-2 所示，选择“选项”命令，打开“选项”对话框，选择“显示”选项卡，在窗口元素对应的“配色方案”中设置为“明”，如图 1-3 所示，单击确定按钮，退出对话框，其操作界面如图 1-4 所示。

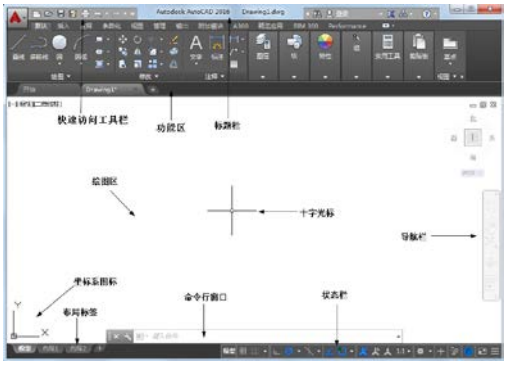


图 1-1　默认界面



图 1-2　快捷菜单

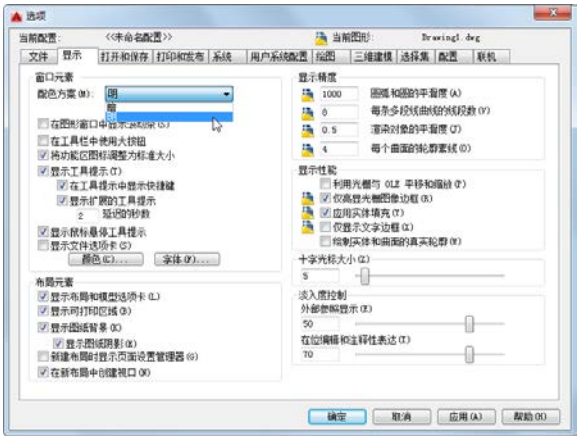


图 1-3　“选项”对话框

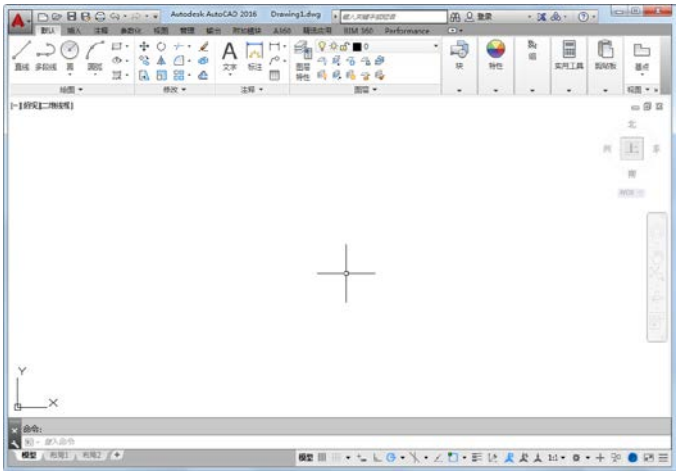


图 1-4　AutoCAD 2016 中文版的操作界面

该界面是 AutoCAD 2009 以后出现的新界面风格，为了便于用过以前版本的用户学习，本书采用草图与注释界面介绍相结合的方式。

具体的转换方法是：单击界面右下角的“切换工作空间”按钮，打开“工作空间”下拉列表，从中选择“草图与注释”选项，系统将转换到草图与注释界面，如图 1-5 所示。

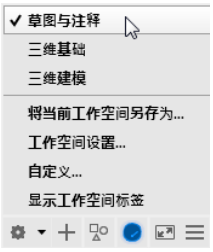


图 1-5　切换工作空间

1.1.1　操作界面（Ctrl+9，F2）

AutoCAD 操作界面是 AutoCAD 显示、编辑图形的区域，一个完整的草图与注释操作界面如图 1-4 所示，包括标题栏、绘图区、十字光标、坐标系图标、命令行窗口、状态栏、布局标签和快速访问工具栏等。下面对其中的命令行窗口和状态栏进行重点说明。

1．状态栏

状态栏在屏幕的底部，依次有“坐标”“模型空间”“栅格”“捕捉模式”“推断约束”“动态输入”“正交模式”“极轴追踪”“等轴测草图”“对象捕捉追踪”“二维对象捕捉”“线宽”“透明度”“选择循环”“三维对象捕捉”“动态 UCS”“选择过滤”“小控件”“注释可见性”“自动缩放”“注释比例”“切换工作空间”“注释监视器”“单位”“快捷特性”“图形性能”“全屏显示”和“自定义”28 个功能按钮，如图 1-6 所示。左键单击部分开关按钮，可以实现这些功能的开关。通过部分按钮也可以控制图形或绘图区的状态。

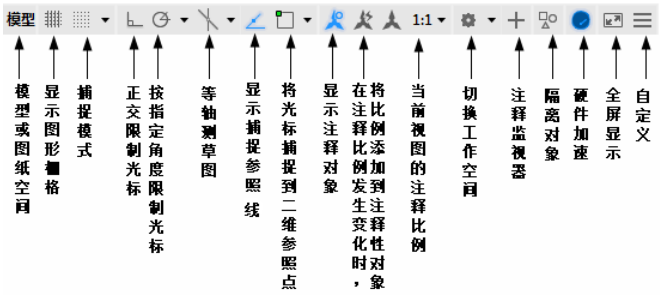


图 1-6　状态栏

注意

默认情况下，不会显示所有工具，可以通过状态栏上最右侧的按钮，选择要从“自定义”菜单显示的工具。状态栏上显示的工具可能会发生变化，具体取决于当前的工作空间以及当前显示的是“模型”选项卡还是布局选项卡。下面对部分状态栏上的按钮做简单介绍，如图 1-6 所示。

2．命令行窗口

命令行窗口是输入命令名和显示命令提示的区域，默认的命令行窗口布置在绘图区下方，由若干文本行构成。对于命令行窗口，有以下两种快捷操作。

（1）按 Ctrl+9 键，可以打开或关闭命令行窗口。

（2）按 F2 键，可以用文本编辑的方法对当前命令行窗口中输入的内容进行编辑，如图 1-7 所示。

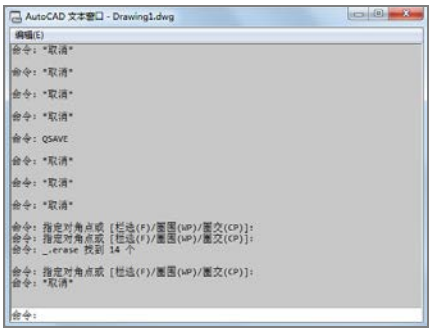


图 1-7　文本窗口

1.1.2　绘图系统配置（OPTIONS，OP）

用户可以根据需要配置绘图系统，操作方法如下。

【执行方式】

命令：OPTIONS　　快捷命令：OP
菜单：工具→选项
快捷菜单：选项（单击鼠标右键，系统打开快捷菜单，其中包括一些最常用的命令，如图 1-8 所示）

【操作提示】

执行上述命令后，系统自动打开“选项”对话框。用户可以在该对话框中选择有关选项，对系统进行配置。

“选项”对话框的第二个选项卡为“显示”，该选项卡控制 AutoCAD 窗口的外观，如图 1-9 所示。在该选项卡中可设定屏幕菜单、屏幕颜色、光标大小、滚动条显示与否、AutoCAD 的版面布局、各实体的显示分辨率以及 AutoCAD 运行时的其他各项性能参数等。



图 1-8　“选项”快捷菜单

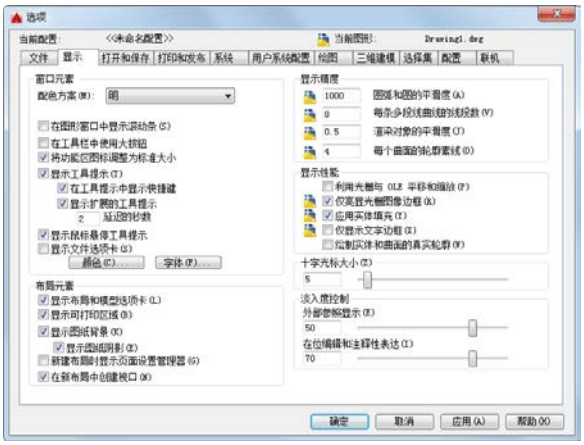


图 1-9　“显示”选项卡

在默认情况下，AutoCAD 2016 绘图窗口是白色背景、黑色线条，有时需要修改绘图窗口颜色。修改绘图窗口颜色的操作步骤如下。

（1）在绘图窗口中选择“工具”菜单中的“选项”命令。屏幕上将弹出“选项”对话框。打开“显示”选项卡，如图 1-9 所示。单击“窗口元素”选项组中的“颜色”按钮，将打开如图 1-10 所示的“图形窗口颜色”对话框。

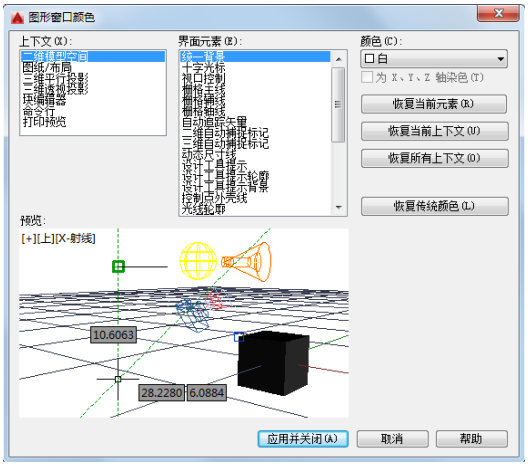


图 1-10　“图形窗口颜色”对话框

（2）单击“图形窗口颜色”对话框中的“颜色”下三角按钮，在打开的下拉列表中，选择需要的窗口颜色，然后单击“应用并关闭”按钮。此时 AutoCAD 2016 的绘图窗口就变成了所选颜色。

1.1.3　绘图环境设置（UNIT，UN）

进入 AutoCAD 2016 绘图环境后，需要先设置绘图单位，操作方法如下。

【执行方式】

命令：UNIT　　快捷命令：UN
菜单：格式→单位

【操作提示】

执行上述命令后，系统打开“图形单位”对话框，如图 1-11 所示，该对话框用于定义单位和角度格式。

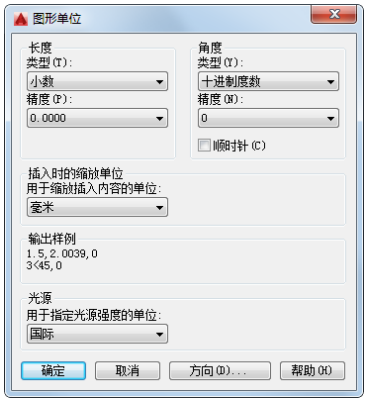


图 1-11　“图形单位”对话框

1.2 命令操作入门

本节将介绍 AutoCAD 的一些基本输入操作命令。这些都是学习本软件的一些最基础，同时又是非常重要的知识。对这些知识的了解，有助于方便快捷地操作本软件。

1.2.1 命令输入方法

AutoCAD 交互绘图必须输入必要的指令和参数。AutoCAD 2016 有多种命令输入方式（以画直线为例）。

1．在命令窗口输入命令名

命令字符不区分大小写，如命令：LINE↙。执行命令时，在命令行提示中经常会出现命令选项。例如，输入直线快捷命令“L”后，命令行中的提示如下。

```
命令: L↙
指定第一个点:（在屏幕上指定一点或输入一个点的坐标）
指定下一点或 [放弃(U)]:
```

选项中不带括号的提示为默认选项，因此可以直接输入直线段的起点坐标或在屏幕上指定一点；如果要选择其他选项，则应该先输入该选项的标识字符，如“放弃”选项的标识字符“U”，然后按系统提示输入数据即可。在命令选项的后面有时还带有尖括号，尖括号内的数值为默认数值。

2．在命令窗口输入命令缩写字（即快捷命令）

命令缩写字有 L（LINE）、C（CIRCLE）、A（ARC）、Z（ZOOM）、R（REDRAW）、M（MORE）、CO（COPY）、PL（PLINE）、E（ERASE）等。

3．选取菜单选项

选取相应选项后，在状态栏中可以看到对应的命令说明及命令名。

4．单击工具栏中的对应图标

单击该图标后，在状态栏中也可以看到对应的命令说明及命令名。

5．在命令行中打开右键快捷菜单

如果在前面刚使用过要输入的命令，可以在命令行中打开右键快捷菜单，然后在“最近使用的命令”级联菜单中选择需要的命令，如图 1-12 所示。“最近使用的命令”级联菜单中会存储最近使用的 6 条命令。如果经常重复使用 6 次操作以内的命令，这种方法就比较快速简捷。



图 1-12　命令行快捷菜单

6．右键快捷菜单

如果用户要重复使用上次使用的命令，可以直接在绘图区右击鼠标，系统会立即重复执行上次使用的命令。这种方法适用于重复执行某个命令。

7．快捷键

有的命令可以采取快捷键的方式执行，比如按 Ctrl+V 快捷键表示粘贴。有些快捷键是 Microsoft Windows 标准解释快捷键，有些则是 AutoCAD 系统自己定义的，这些快捷键执行方式一般在菜单命令后有说明，请多加留意。

本书主要针对那些具有快捷操作方式的功能展开讲解，包括快捷命令、快捷键、右键快捷菜单 3 种形式。通过对这些快捷执行方式的学习，读者可以快速绘图，大大提高工作效率。

1.2.2　数据输入方式

在 AutoCAD 2016 中，点的坐标可以用直角坐标、极坐标、球面坐标和柱面坐标表示，每一种坐标又分别具有两种坐标输入方式：绝对坐标和相对坐标。其中，直角坐标和极坐标最为常用。下面主要介绍一下它们的输入。

1．直角坐标法

直角坐标就是用点的 X、Y 坐标值表示的坐标。

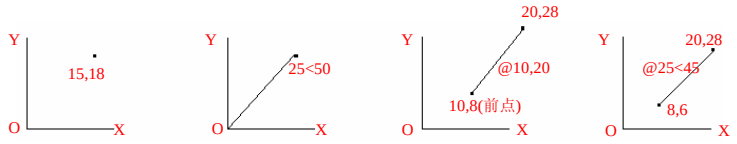
例如，在命令行中输入点的坐标提示下输入“15,18”，则表示输入了一个 X、Y 坐标值分别为 15、18 的点。此为绝对坐标输入方式，表示该点的坐标是相对于当前坐标原点的坐标值，如图 1-13（a）所示。如果输入“@10,20”，则为相对坐标输入方式，表示该点的坐标是相对于前一点的坐标值，如图 1-13（c）所示。

2．极坐标法

极坐标就是用长度和角度表示的坐标，只能用来表示二维点的坐标。

在绝对坐标输入方式下，表示为“长度<角度”，如“25<50”。其中，长度为该点到坐标原点的距离，角度为该点至原点的连线与 X 轴正向的夹角，如图 1-13（b）所示。

在相对坐标输入方式下，表示为“@长度<角度”，如“@25<45”。其中，长度为该点到前一点的距离，角度为该点至前一点的连线与 X 轴正向的夹角，如图 1-13（d）所示。



（a）绝对直角坐标　（b）绝对极坐标　（c）相对直角坐标　（d）相对极坐标

图 1-13　数据输入方式

3．动态数据输入

按下状态栏上的 DYN 按钮，系统打开动态输入功能，可以在屏幕上动态地输入某些参数数据。例如，绘制直线时，在光标附近会动态地显示“指定第一点”，以及后面的坐标框（当前显示的是光标所在位置），在框中可以输入数据，两个数据之间以逗号隔开，如图 1-14 所示。指定第一点后，系统动态显示直线的角度，同时要求输入线段长度值，如图 1-15 所示，其输入效果与“@长度<角度”方式相同。

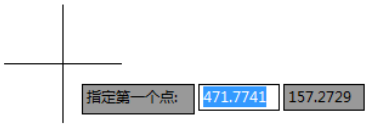


图 1-14　动态输入坐标值

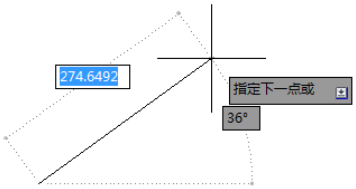


图 1-15　动态输入长度值

下面分别讲述点与距离值的输入方法。

4．点的输入

绘图过程中，常需要输入点的位置。AutoCAD 提供了如下几种输入点的方式。

（1）用键盘直接在命令窗口中输入点的坐标。直角坐标有两种输入方式：“x, y”（点的绝对坐标值，如“100, 50”）和“@x, y”（相对于上一点的相对坐标值，如“@50, -30）”。坐标值均相对于当前的用户坐标系。

极坐标的输入方式为：“长度<角度”（其中，长度为点到坐标原点的距离，角度为原点至该点连线与 X 轴正向的夹角，如“20<45”）或“@长度<角度”（相对于上一点的相对极坐标，如“@50<-30”）。

（2）用鼠标等定点设备移动光标，单击左键在屏幕上直接取点。

（3）用目标捕捉方式捕捉屏幕上已有图形的特殊点（如端点、中点、中心点、插入点、交点、切

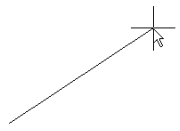


图 1-16　绘制直线

点、垂足点等，详见第 3 章）。

（4）直接距离输入。先用光标拖拉出橡筋线确定方向，然后用键盘输入距离。这样有利于准确控制对象的长度等参数，如要绘制一条 10mm 长的线段，操作方法如下。

```
命令：L
指定第一个点：（在屏幕上指定一点）
指定下一点或 [放弃(U)]：
```

这时在屏幕上移动鼠标指明线段的方向，但不要单击鼠标左键确认，如图 1-16 所示；然后在命令行中输入 10。这样就在指定方向上准确地绘制了长度为 10mm 的线段。

5．距离值的输入

系统提供两种输入距离值的方式。一种是在命令窗口中直接输入数值；另一种是在屏幕上拾取两点，两点距离值为所需数值。

1.2.3　命令的重复、撤销（Ctrl+Z）、重做（Ctrl+Y）

1．命令的重复

按 Enter 键可重复调用上一个命令，不管上一个命令是完成了还是被取消了。

2．命令的撤销

在命令执行的任何时刻都可以取消和终止命令的执行。

【执行方式】

```
命令：UNDO
菜单：编辑→放弃
工具栏：快速访问→放弃
快捷键：Esc 或 Ctrl+Z
```

3．命令的重做

已被撤销的命令还可以恢复重做，即恢复已撤销的最后一个命令。

【执行方式】

命令：REDO
菜单：编辑→重做
工具栏：快速访问→重做
快捷键：Ctrl+Y

AutoCAD 2016 可以一次执行多重放弃和重做操作。单击 UNDO 或 REDO 下三角按钮，可以选择要放弃或重做的操作，如图 1-17 所示。

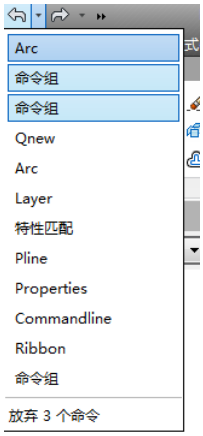


图 1-17　多重放弃或重做

1.3 文件管理

本节将介绍有关文件管理的一些基本操作，包括新建文件、打开已有文件、保存文件、删除文件等。这些都是进行 AutoCAD 2016 操作最基础的知识。

1.3.1　新建文件（Ctrl+N）

【执行方式】

命令：NEW　　快捷键：Ctrl+N
菜单：文件→新建　　工具栏：标准→新建

【操作提示】

执行上述命令后，系统打开“选择样板”对话框，如图 1-18 所示。从中选择图形样板，再单击“打开”按钮即可创建新图形。

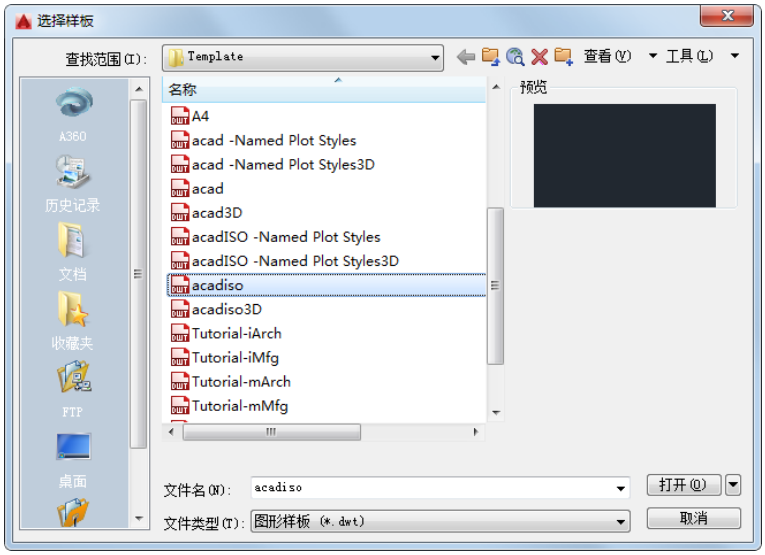


图 1-18　“选择样板”对话框

1.3.2　打开文件（Ctrl+O）

【执行方式】

命令：OPEN　　快捷键：Ctrl+O
菜单：文件→打开　　工具栏：标准→打开

【操作提示】

执行上述命令后，会打开“选择文件”对话框，如图 1-19 所示。在其“文件类型”下拉列表框中，用户可选择.dwg 文件、.dwt 文件、.dxf 文件和.dws 文件。.dws 文件是包含标准图层、标注样式、线型和文字样式的样板文件。.dxf 文件是用文本形式存储的图形文件，能够被其他程序读取。

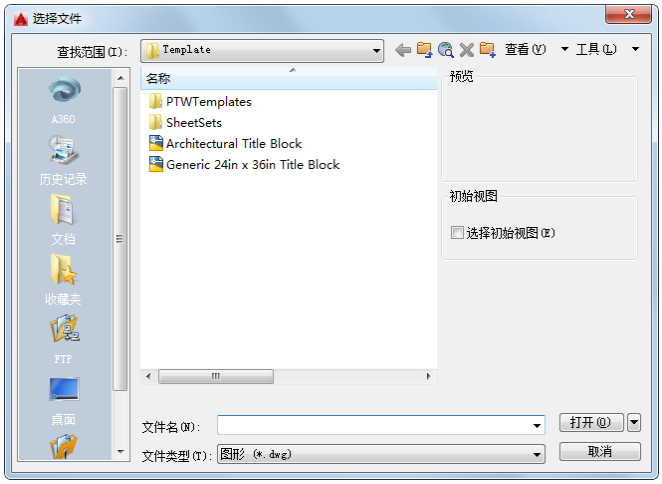


图 1-19 “选择文件”对话框

1.3.3 保存文件（Ctrl+S）

【执行方式】

命令：SAVE　　快捷键：Ctrl+S
菜单：文件→保存　　工具栏：标准→保存

【操作提示】

执行上述命令后，若文件已命名，则 AutoCAD 自动保存；若文件未命名（即为默认名 drawing1.dwg），则系统打开“图形另存为”对话框，在其中用户可以命名保存。

1.3.4 另存为（Ctrl+Shift+S）

【执行方式】

命令：SAVEAS　　快捷键：Ctrl+Shift+S
菜单：文件→另存为

【操作提示】

执行上述命令后，会打开“图形另存为”对话框（见图 1-20），在

“文件名”下拉列表框中输入新的文件名即可。

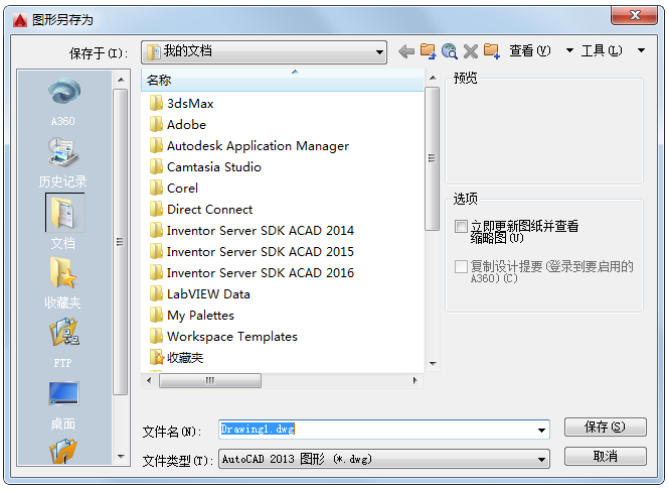


图 1-20　“图形另存为”对话框

1.3.5　退出（Ctrl+Q）

【执行方式】

命令：QUIT 或 EXIT　　快捷键：Ctrl+Q
菜单：文件→退出　　快捷按钮：操作界面右上角的按钮

【操作提示】

执行上述命令后，若用户对图形所做的修改尚未保存，则会出现图 1-21 所示的系统警告对话框。单击“是”按钮，系统将保存文件，然后退出；单击“否”按钮，系统将不保存文件。若用户对图形所做的修改已经保存，则直接退出。

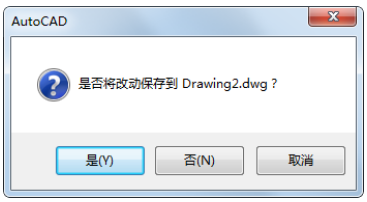


图 1-21　系统警告对话框

第 2 章

基本二维绘图命令

二维图形是指在二维平面空间绘制的图形，主要由一些基本图形元素组成，如点、直线、圆弧、圆、椭圆、矩形、多边形等几何元素。AutoCAD 提供了大量的绘图工具，可以帮助用户完成二维图形的绘制。

2.1 直线类命令

直线类命令包括直线和构造线。这两个命令是 AutoCAD 中最简单的绘图命令。

2.1.1 直线段（LINE，L）

【执行方式】

命令：LINE　　快捷命令：L

菜单：绘图→直线　　工具栏：绘图→直线

功能区：单击“默认”选项卡“绘图”面板中的“直线”按钮（如图 2-1 所示）。

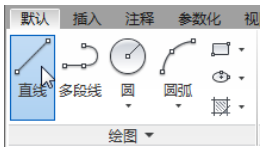


图 2-1　绘图面板

2.1.2 操作实例——标高符号

绘制如图 2-2 所示的标高符号。

【绘制步骤】

命令：L↙
指定第一个点：100,100↙（点 1）
指定下一点或 [放弃(U)]：@40,-135↙
指定下一点或 [放弃(U)]：u↙（输入错误，取消上次操作）
指定下一点或 [放弃(U)]：@40<-135↙（点 2，也可以按下状态栏上的 DYN 按钮，在鼠标位置为 135° 时，动态输入 40，如图 2-3 所示，下同）
指定下一点或 [放弃(U)]：@40<135↙（点 3，相对极坐标数值输入方式，此方式便于控制线段长度）
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]：@180,0↙（点 4，相对直角坐标数值输入方式，此方式便于控制坐标点之间的正交距离）
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]：↙（回车结束直线命令）



图 2-2　直线图形

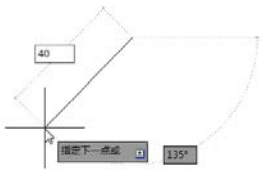


图 2-3　动态输入 40

2.1.3　构造线（XLINE，XL）

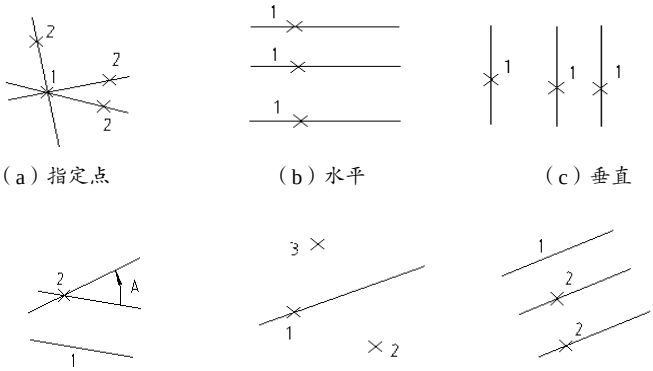
【执行方式】

命令：XLINE　　快捷命令：XL
菜单：绘图→构造线　　工具栏：绘图→构造线
功能区：单击“默认”选项卡“绘图”面板中的“构造线”按钮

【操作提示】

命令：XL↙
指定点或 [水平(H)/垂直(V)/角度(A)/二等分(B)/偏移(O)]：（给出根点 1）
指定通过点：（给定通过点 2，画一条双向无限长直线）
指定通过点：（继续给点，继续画线，如图 2-4（a）所示，回车结束命令）

命令行其他选项的执行示意图如图 2-4（b）～图 2-4（f）所示。



（a）指定点　（b）水平　（c）垂直

（d）角度　（e）二等分　（f）偏移

图 2-4　构造线

2.2 圆类图形命令

圆类命令主要包括“圆”“圆弧”“椭圆”“椭圆弧”以及“圆环”等命令。这几个命令是 AutoCAD 中最简单的曲线命令。

2.2.1 圆（CIRCLE，C）

【执行方式】

命令：CIRCLE　　快捷命令：C

菜单：绘图→圆　　工具栏：绘图→圆

功能区：单击“默认”选项卡“绘图”面板中的“圆”下拉菜单（如图 2-5 所示）。



图 2-5　“圆”下拉菜单

2.2.2　操作实例——圆餐桌

绘制如图 2-6 所示的圆餐桌。

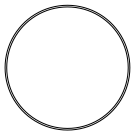


图 2-6　圆餐桌

【绘制步骤】

01 利用“圆”快捷命令 C 绘制圆。命令行操作如下。

```
命令: C↙
指定圆的圆心或 [三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)]: 100,100↙
指定圆的半径或 [直径(D)]: 50↙
```

绘制结果如图 2-7 所示。

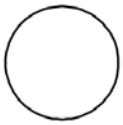


图 2-7　绘制圆

02 重复利用“圆”快捷命令 C，以(100,100)为圆心，绘制半径为 40 的圆。绘制结果如图 2-6 所示。

03 利用快捷键 Ctrl+S 保存图形。命令行中的操作与提示如下。

```
命令: SAVEAS↙（将绘制完成的图形以“圆餐桌.dwg”为文件名保存在指定的路径中）
```

2.2.3　圆弧（ARC，A）

【执行方式】

命令：ARC　　快捷命令：A
菜单：绘图→圆弧　　工具栏：绘图→圆弧
功能区：单击“默认”选项卡“绘图”面板中的“圆弧”下拉菜单（如图 2-8 所示）。

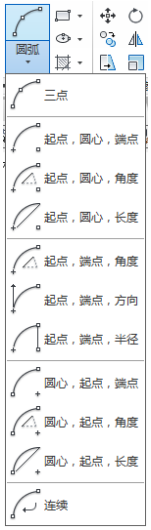


图 2-8 “圆弧”下拉菜单

2.2.4 操作实例——椅子

绘制如图 2-9 所示的椅子。

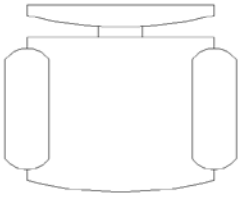


图 2-9 椅子图案

【绘制步骤】

01 利用“直线”快捷命令 L，绘制初步轮廓，结果如图 2-10 所示。

02 利用“圆弧”快捷命令 A 和“直线”快捷命令 L，完成绘制。命令行中的操作与提示如下。

```
命令: A↙
指定圆弧的起点或 [圆心(C)]:（用鼠标指定左上方竖线段端点 1，如图 2-10 所示）
指定圆弧的第二点或 [圆心(C)/端点(E)]:（用鼠标在上方两竖线段正
```

中间指定一点 2）
　　指定圆弧的端点:（用鼠标指定右上方竖线段端点 3）
　　命令: L↙
　　指定第一个点: （用鼠标在刚才绘制的圆弧上指定一点）
　　指定下一点或 [放弃(U)]: （在垂直方向上用鼠标在中间水平线段上指定一点）
　　指定下一点或 [放弃(U)]: ↙

用同样的方法在圆弧上指定一点为起点，向下绘制另一条竖线段。再以图 2-10 中 1、3 两点下面的水平线段的端点为起点，各向下绘制两条适当长度的竖直线段，如图 2-11 所示。命令行中的操作与提示如下。

　　命令: A↙
　　指定圆弧的起点或 [圆心(C)]:（用鼠标指定左边第一条竖线段上端点 4，如图 2-11 所示）
　　指定圆弧的第二点或 [圆心(C)/端点(E)]: （用上面刚绘制的竖线段上端点 5）
　　指定圆弧的端点:（用鼠标指定左下方第二条竖线段上端点 6）

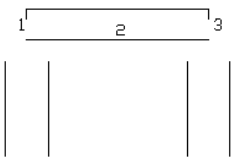


图 2-10　椅子初步轮廓

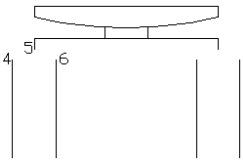


图 2-11　绘制过程

用同样的方法绘制扶手位置另外 3 段圆弧。

　　命令: L↙
　　指定第一个点: （用鼠标在刚才绘制的圆弧正中间指定一点）
　　指定下一点或 [放弃(U)]: （在垂直方向上用鼠标指定一点）
　　指定下一点或 [放弃(U)]: ↙

用同样的方法绘制另一条竖线段。

　　命令: A ↙
　　指定圆弧的起点或 [圆心(C)]:（用鼠标指定刚才绘制线段的下端点）
　　指定圆弧的第二个点或 [圆心(C)/端点(E)]: E↙
　　指定圆弧的端点:（用鼠标指定刚才绘制另一线段的下端点）
　　指定圆弧的中心点(按住 Ctrl 键以切换方向)或 [角度(A)/方向(D)/半径(R)]: D↙
　　指定圆弧起点的相切方向(按住 Ctrl 键以切换方向): （用鼠标指定圆弧起点切向）

绘制结果如图 2-9 所示。

2.2.5 圆环（DONUT，DO）

【执行方式】

命令：DONUT　　快捷命令：DO
菜单：绘图→圆环
功能区：单击“默认”选项卡“绘图”面板中的“圆环”按钮。

【操作提示】

命令：DO↙
指定圆环的内径 <默认值>：(指定圆环内径）
指定圆环的外径 <默认值>:（指定圆环外径）
指定圆环的中心点或 <退出>:（指定圆环的中心点）
指定圆环的中心点或 <退出>:↙（继续指定圆环的中心点，则继续绘制相同内外径的圆环。用回车、空格键或鼠标右键结束命令，如图 2-12（a）所示）

若指定内径为 0，则会画出实心填充圆，如图 2-12（b）所示。



（a）圆环



（b）实心填充圆

图 2-12　绘制圆环

2.2.6 椭圆与椭圆弧（ELLIPSE，EL）

【执行方式】

命令：ELLIPSE　　快捷命令：EL
菜单：绘图→椭圆→圆弧
工具栏：绘图→椭圆 或 椭圆弧
功能区：单击“默认”选项卡“绘图”面板中的“椭圆”下拉菜单（如图 2-13 所示）。



图 2-13　“椭圆”下拉菜单

2.2.7　操作实例——洗脸盆

绘制如图 2-14 所示的洗脸盆。

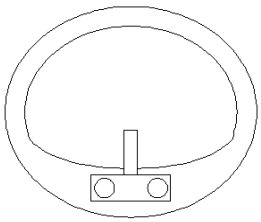


图 2-14　洗脸盆

【绘制步骤】

01 利用“直线”快捷命令 L，绘制水龙头图形，方法同前。结果如图 2-15 所示。

02 利用“圆”快捷命令 C，绘制两个水龙头旋钮，方法同前。结果如图 2-16 所示。

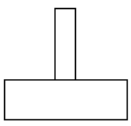


图 2-15　绘制水龙头

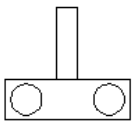


图 2-16　绘制旋钮

03 利用“椭圆”快捷命令 EL，绘制脸盆外沿。命令行提示与操作如下。

```
命令: EL↙
指定椭圆的轴端点或 [圆弧(A)/中心点(C)]:（用鼠标指定椭圆轴端点）
指定轴的另一个端点:（用鼠标指定另一端点）
```

```
    指定另一条半轴长度或 [旋转(R)]:（用鼠标在屏幕上拉出另一半轴长度）
```

结果如图 2-17 所示。

04 利用“椭圆弧”快捷命令 EL，绘制脸盆部分内沿。命令行提示与操作如下。

```
    命令: EL↙
    指定椭圆的轴端点或 [圆弧(A)/中心点(C)]:A↙
    指定椭圆弧的轴端点或 [中心点(C)]: C↙
    指定椭圆弧的中心点:（按下状态栏中的“对象捕捉”按钮，捕捉刚才绘制椭圆的中心点，关于“对象捕捉”后面介绍）
    指定轴的端点: （适当指定一点）
    指定另一条半轴长度或 [旋转(R)]: R↙
    指定绕长轴旋转的角度:（用鼠标指定椭圆轴端点）
    指定起点角度或 [参数(P)]:（用鼠标拉出起始角度）
    指定端点角度或 [参数(P)/夹角(I)]:（用鼠标拉出终止角度）
```

结果如图 2-18 所示。

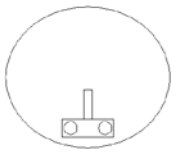


图 2-17　绘制脸盆外沿



图 2-18　绘制脸盆部分内沿

05 利用“圆弧”快捷命令 A，绘制脸盆内沿其他部分，结果如图 2-14 所示。

2.3 平面图形命令

平面图形包括矩形和正多边形两种基本图形单元。本节学习这两种平面图形的命令和绘制方法。

2.3.1 矩形（RECTANG，REC）

【执行方式】

命令：RECTANG　　快捷命令：REC
菜单：绘图→矩形　　工具栏：绘图→矩形
功能区：单击“默认”选项卡“绘图”面板中的“矩形”按钮。

2.3.2　操作实例——办公桌

绘制如图 2-19 所示的办公桌。



图 2-19　办公桌

【绘制步骤】

01 利用“直线”快捷命令 L，依次输入(0,0)、(@150,0)、(@0,70)、(@-150,0)、C，绘制外轮廓线。结果如图 2-20 所示。



图 2-20　绘制轮廓线

02 利用“矩形”快捷命令 REC，绘制内轮廓线。命令行中的操作与提示如下。

```
命令: REC↙
指定第一个角点或 [倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]: 2,2↙
指定另一个角点或 [面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]: @146,66↙
```

最终结果如图 2-19 所示。

2.3.3　正多边形（POLYGON，POL）

【执行方式】

命令：POLYGON　　快捷命令：POL
菜单：绘图→多边形　　工具栏：绘图→多边形
功能区：单击“默认”选项卡“绘图”面板中的“多边形”按钮

2.3.4 操作实例——卡通造型

绘制如图 2-21 所示的卡通造型。

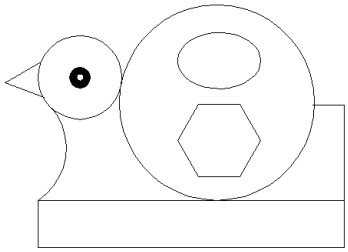


图 2-21 卡通造型

【绘制步骤】

01 利用“圆”快捷命令 C 和“圆环”快捷命令 DO，绘制左边的小圆及圆环。命令执行过程如下。

```
命令: C↙
指定圆的圆心或[三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)]: 230,210↙（输入圆心的 X，Y 坐标值）
指定圆的半径或 [直径(D)]: 30↙ （输入圆的半径）
命令: DONUT↙（或选择“绘图”→“圆环”菜单命令）
指定圆环的内径 <10.0000>: 5↙ （圆环内径）
指定圆环的外径 <20.0000>: 15↙ （圆环外径）
指定圆环的中心点 <退出>: 230,210↙ （圆环中心坐标值）
指定圆环的中心点 <退出>: ↙
```

02 利用“矩形”快捷命令 REC，绘制下边的一个矩形。两个角点的坐标分别为(200,122)和(420,88)。

03 利用“圆”快捷命令 C、“椭圆”快捷命令 EL 和“多边形”快捷命令 POL，绘制右边的大圆、小椭圆及正六边形。命令执行过程如下。

```
命令: C↙
指定圆的圆心或 [三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)]: T↙（用指定两个相切对象及给出圆的半径的方式画圆）
指定对象与圆的第一个切点:（用鼠标在点 1 附近选取小圆，如图 2-22 所示）
指定对象与圆的第二个切点:（用鼠标在点 2 附近选取矩形，如图 2-22 所示）
指定圆的半径:<30.0000>: 70↙
```

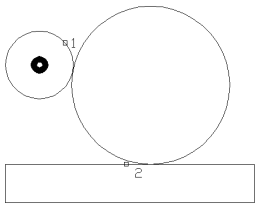


图 2-22　步骤图

命令：EL↙
指定椭圆的轴端点或 [圆弧(A)/中心点(C)]：C↙ （用指定椭圆圆心的方式画椭圆）
指定椭圆的中心点：330,222↙ （椭圆中心点的坐标值）
指定轴的端点：360,222↙ （椭圆长轴右端点的坐标值）
指定另一条半轴长度或 [旋转(R)]：20↙ （椭圆短轴的长度）
命令：POL↙（或选择“绘图”→“多边形”菜单命令，或者单击工具栏命令图标，下同）
输入侧面数 <4>：6↙ （多边形的边数）
指定正多边形的中心点或 [边(E)]：330,165↙
输入选项 [内接于圆(I)/外切于圆(C)] <I>:↙
指定圆的半径：30↙ （六边形内接圆的半径）

04 利用“直线”快捷命令 L，绘制左边的折线。在命令行提示下依次输入(202,221)、(@30<-150)和(@30<-20)，最后按 Enter 键。利用“圆弧”快捷命令 A，绘制圆弧，在命令行提示下依次输入(200,122)、E、(210,188)、R 和 45。

05 利用“直线”快捷命令 L，绘制右边的折线。在命令行提示下依次输入(420,122)、(@68<90)和(@23<180)，最后按 Enter 键。结果如图 2-21 所示。

2.4 点

点在 AutoCAD 有多种不同的表示方式，用户可以根据需要进行设置。在 AutoCAD 中还可以设置等分点和测量点。

2.4.1　绘制点（POINT，PO）

【执行方式】

命令：POINT　　快捷命令：PO
菜单：绘图→点→单点 或 多点　　工具栏：绘图→点

功能区：单击“默认”选项卡“绘图”面板中的“多点”按钮 。

2.4.2 等分点（DIVIDE，DIV）

【执行方式】

命令：DIVIDE　　快捷命令：DIV
菜单：绘图→点→定数等分
功能区：单击“默认”选项卡“绘图”面板中的“定数等分”按钮。

2.4.3 测量点（MEASURE，ME）

【执行方式】

命令：MEASURE　　快捷命令：ME
菜单：绘图→点→定距等分
功能区：单击“默认”选项卡“绘图”面板中的“定距等分”按钮。

2.4.4 操作实例——楼梯

绘制如图 2-23 所示的楼梯图形。

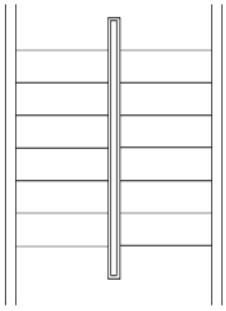


图 2-23　绘制楼梯

【绘制步骤】

01 利用“直线”快捷命令 L，绘制墙体与扶手，如图 2-24 所示。

02 单击“默认”选项卡“实用工具”面板中的“点样式”按钮，在打开的“点样式”对话框中选择 X 样式。

03 单击“默认”选项卡“绘图”面板中的“定数等分”按钮，将左边扶手

的外侧线段分为 8 等分，如图 2-25 所示。

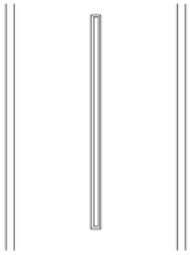


图 2-24　绘制墙体与扶手

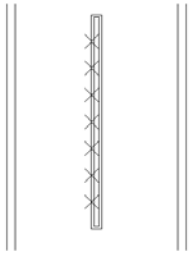


图 2-25　绘制等分点

04 利用“直线”快捷命令 L，分别以等分点为起点，左边墙体上的点为终点绘制水平线段，如图 2-26 所示。

05 利用“删除”快捷命令 E，删除绘制的等分点，如图 2-27 所示。

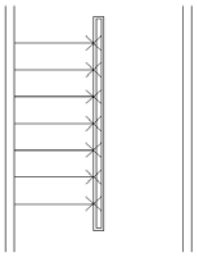


图 2-26　绘制水平线

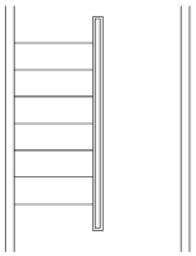


图 2-27　删除等分点

06 用相同的方法绘制另一侧的楼梯，最终结果如图 2-23 所示。

2.5 综合实例——方头平键

绘制如图 2-28 所示的方头平键。

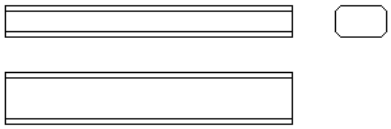


图 2-28　方头平键

【绘制步骤】

01 利用“矩形”快捷命令 REC，绘制主视图外形，角点坐标为(0,30)和(@100,11)。结果如图 2-29 所示。

02 利用“直线”快捷命令 L，绘制主视图两条棱线。一条棱线端点的坐标值为(0,32)和(@100,0)，另一条棱线端点的坐标值为(0,39)和(@100,0)，结果如图 2-30 所示。

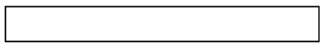


图 2-29 绘制主视图外形

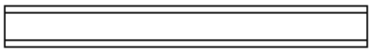


图 2-30 绘制主视图棱线

03 利用“构造线”快捷命令 XL，绘制构造线。命令行提示与操作如下。

```
命令:XL↙
指定点或 [水平(H)/垂直(V)/角度(A)/二等分(B)/偏移(O)]:（指定主视图左边竖线上一点）
指定通过点:（指定竖直位置上一点）
指定通过点: ↙
```

用同样的方法绘制右边竖直构造线，如图 2-31 所示。

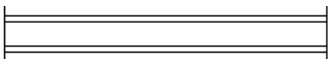


图 2-31 绘制竖直构造线

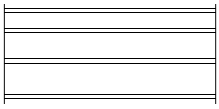


图 2-32 绘制俯视图

04 利用“矩形”快捷命令 REC，绘制俯视图。角点坐标为左边构造线上适当一点和(@100,18)，接着利用“直线”快捷命令 L，绘制两条直线，端点分别为{(0,2),(@100,0)}和{(0,16),(@100,0)}。结果如图 2-32 所示。

05 利用“构造线”快捷命令 XL，绘制左视图构造线。结果如图 2-33 所示。

06 利用“矩形”快捷命令 REC，设置矩形两个倒角距离为 2，绘制左视图。结果如图 2-34 所示。

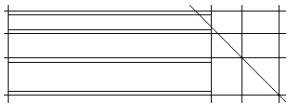


图 2-33 绘制左视图构造线

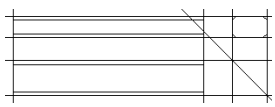


图 2-34 绘制左视图

07 删除构造线，最终结果如图 2-28 所示。

第3章 高级二维绘图命令

通过第 2 章中讲述的一些基本的二维绘图命令，可以完成一些简单二维图形的绘制。但是，有些二维图形的绘制，利用上一章学的那些命令很难完成。为此，AutoCAD 推出了一些高级二维绘图命令，以便能有效地完成这些复杂的二维图形的绘制。

本章主要讲述多段线、多线、样条曲线、面域和图案填充等内容。

3.1 多线

多线是一种复合线，由连续的直线段复合组成。这种线的一个突出优点是能够提高绘图效率，保证图线之间的统一性。

3.1.1 绘制多线（MLINE，ML）

【执行方式】

命令：MLINE　　快捷命令：ML
菜单：绘图→多线

3.1.2 定义多线样式

【执行方式】

命令：MLSTYLE

3.1.3 编辑多线

【执行方式】

命令：MLEDIT　　菜单：修改→对象→多线

3.1.4 操作实例——墙体

绘制如图 3-1 所示的墙体。

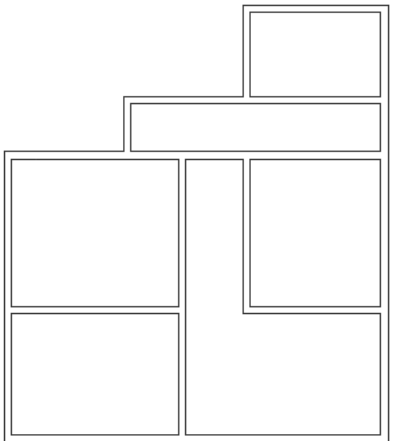


图 3-1　墙体

【绘制步骤】

01 利用“构造线”快捷命令 XL，绘制出一条水平构造线和一条竖直构造线，组成十字形辅助线，如图 3-2 所示。继续绘制辅助线。

```
命令: XLINE↙
指定点或[水平(H)/垂直(V)/角度(A)/二等分(B)/偏移(O)]:O↙
指定偏移距离或 [通过(T)] <0.0000>: 4200↙
选择直线对象:（选择刚绘制的水平构造线）
指定向哪侧偏移:（指定上边一点）
选择直线对象: ↙
```

用相同的方法，将绘制得到的水平构造线依次向上偏移 5100、1800 和 3000，偏移得到的水平构造线如图 3-3 所示。用同样的方法绘制垂直

构造线，并依次向右偏移 3900、1800、2100 和 4500，结果如图 3-4 所示。



图 3-2　十字形辅助线



图 3-3　水平构造线

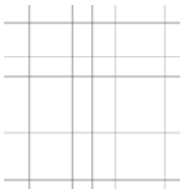


图 3-4　居室的辅助线网格

02 定义多线样式。在命令行中输入命令 MLSTYLE，或者选择菜单栏中的“格式”→“多线样式”命令，系统将打开“多线样式”对话框。在该对话框中单击“新建”按钮，系统将打开“创建新的多线样式”对话框。在该对话框的“新样式名”文本框中输入“墙体线”，单击“继续”按钮。

03 系统将打开“新建多线样式：墙体线”对话框，在其中按图 3-5 所示进行设置。

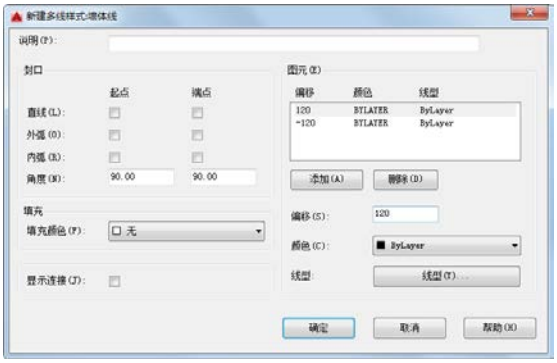


图 3-5　设置多线样式

04 利用“多线”快捷命令 ML，绘制多线墙体。命令行提示与操作如下。

```
命令: MLINE↙
当前设置: 对正 = 上，比例 = 20.00，样式 = 墙体线
指定起点或 [对正(J)/比例(S)/样式(ST)]:  S↙
输入多线比例 <20.00>:  1↙
当前设置: 对正 = 上，比例 = 1.00，样式 = 墙体线
指定起点或 [对正(J)/比例(S)/样式(ST)]:  J↙
输入对正类型 [上(T)/无(Z)/下(b)] <上>:  Z↙
```

```
    当前设置: 对正 = 无，比例 = 1.00，样式 = 墙体线
    指定起点或 [对正(J)/比例(S)/样式(ST)]:（在绘制的辅助线交点上指定一点）
    指定下一点:（在绘制的辅助线交点上指定下一点）
    指定下一点或 [放弃(U)]:（在绘制的辅助线交点上指定下一点）
    指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]:（在绘制的辅助线交点上指定下一点）
    ……
    指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]:↙
```

根据辅助线网格，用相同的方法绘制多线。绘制结果如图 3-6 所示。

05 编辑多线。选择菜单栏中的“修改”→“对象”→“多线”命令，系统打开“多线编辑工具”对话框，如图 3-7 所示。单击其中的“T 形打开”选项，对话框自动关闭，然后在绘图区选择相应的多线。命令行提示与操作如下。

```
    命令: MLEDIT↙
    选择第一条多线:（选择多线）
    选择第二条多线:（选择多线）
    选择第一条多线或 [放弃(U)]:（选择多线）
    选择第一条多线或 [放弃(U)]:↙
```

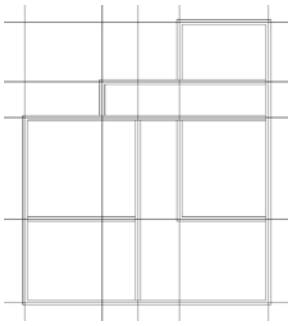


图 3-6　全部多线绘制结果



图 3-7　“多线编辑工具”对话框

用同样的方法继续进行多线编辑，最后删除辅助线，最终结果如图 3-1 所示。

3.2 多段线

多段线是一种由线段和圆弧组合而成的，不同线宽的多线。这种线由于其组合形式多样，线宽不固定，弥补了直线或圆弧功能的不足，适合绘制各种复杂的图形轮廓，因而得到了广泛应用。

3.2.1 绘制多段线（PLINE，PL）

【执行方式】

命令：PLINE　　快捷命令：PL
菜单：绘图→多段线　　工具栏：绘图→多段线
功能区：单击“默认”选项卡“绘图”面板中的“多段线”按钮。

3.2.2 编辑多段线（PEDIT，PE）

【执行方式】

命令：PEDIT　　快捷命令：PE
菜单：修改→对象→多段线　　工具栏：修改 II→编辑多段线
快捷菜单：多段线编辑
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“编辑多段线”按钮（如图 3-8 所示）。



图 3-8　“修改”面板

【操作提示】

命令：PE↙
选择多段线或[多条(M)]：（选择一条要编辑的多段线）
输入选项 [闭合(C)/合并(J)/宽度(W)/编辑顶点(E)/拟合(F)/样条曲线(S)/非曲线化(D)/线型生成(L)/反转(R)/放弃(U)]:

3.2.3 操作实例——鼠标

绘制如图 3-9 所示的鼠标。

【绘制步骤】

01 利用“多段线”快捷命令 PL，绘制鼠标轮廓线。命令行中的操作与提示如下。

```
    命令: PL ↙
    指定起点: 2.5,50 ↙
    当前线宽为 0.0000
    指定下一个点或 [圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:
59,80 ↙
    指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(c)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度
(W)]: a ↙
    指定圆弧的端点(按住 Ctrl 键以切换方向)或[角度(A)/圆心(CE)/闭
合(CL)/方向(D)/半宽(H)/直线(L)/半径(R)/第二个点(S)/放弃(U)/
宽度(W)]: s ↙
    指定圆弧上的第二个点: 89.5,62 ↙
    指定圆弧的端点: 86.6,26.7 ↙
    指定圆弧的端点(按住 Ctrl 键以切换方向)或[角度(A)/圆心(CE)/闭
合(CL)/方向(D)/半宽(H)/直线(L)/半径(R)/第二个点(S)/放弃(U)/
宽度(W)]: l ↙
    指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度
(W)]: 29,0 ↙
    指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度
(W)]: a ↙
    指定圆弧的端点(按住 Ctrl 键以切换方向)或[角度(A)/圆心(CE)/闭
合(CL)/方向(D)/半宽(H)/直线(L)/半径(R)/第二个点(S)/放弃(U)/
宽度(W)]: 18,5.3 ↙
    指定圆弧的端点(按住 Ctrl 键以切换方向)或[角度(A)/圆心(CE)/闭
合(CL)/方向(D)/半宽(H)/直线(L)/半径(R)/第二个点(S)/放弃(U)/
宽度(W)]: l ↙
    指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度
(W)]: 2.5,34.6 ↙
    指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度
(W)]: a ↙
    指定圆弧的端点(按住 Ctrl 键以切换方向)或[角度(A)/圆心(CE)/闭
合(CL)/方向(D)/半宽(H)/直线(L)/半径(R)/第二个点(S)/放弃(U)/
宽度(W)]: cl ↙
```

绘制结果如图 3-10 所示。

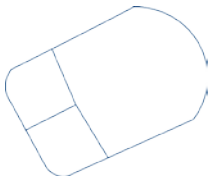


图 3-9　鼠标

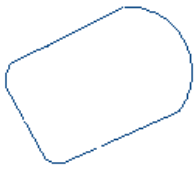


图 3-10　绘制鼠标轮廓

02 利用“直线”快捷命令 L，绘制端点分别为{(47.2,8.5),(32.4,33.6)}、{(32.4,33.6),(21.3,60.2)}、{(32.4,33.6),(9,21.7)}的直线作为鼠标的左右键。

3.3 样条曲线

AutoCAD 使用一种称为非一致有理 B 样条（NURBS）曲线的特殊样条曲线类型。NURBS 曲线会在控制点之间产生一条光滑的曲线，如图 3-11 所示。

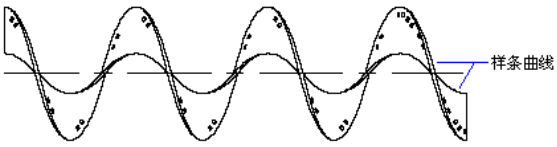


图 3-11　样条曲线

3.3.1　绘制样条曲线（SPLINE，SPL）

【执行方式】

命令：SPLINE　　快捷命令：SPL
菜单：绘图→样条曲线　　工具栏：绘图→样条曲线
功能区：单击“默认”选项卡“绘图”面板中的“样条曲线拟合”按钮或“样条曲线控制点”按钮（如图 3-12 所示）。



图 3-12　“绘图”面板

3.3.2 编辑样条曲线（SPLINEDIT，SPE）

【执行方式】

命令：SPLINEDIT　　快捷命令：SPE
菜单：修改→对象→样条曲线　　快捷菜单：编辑样条曲线
工具栏：修改 II→编辑样条曲线
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“编辑样条曲线”按钮

【操作提示】

命令：SPE↙
选择样条曲线:（选择要编辑的样条曲线。若选择的样条曲线是用 SPLINE 命令创建的，其近似点以夹点的颜色显示出来；若选择的样条曲线是用 PLINE 命令创建的，其控制点以夹点的颜色显示出来）
输入选项 [闭合(C)/合并(J)/拟合数据(F)/编辑顶点(E)/转换为多段线(P)/反转(R)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:

3.3.3 操作实例——雨伞

绘制如图 3-13 所示的雨伞。



图 3-13　雨伞图形

【绘制步骤】

01 利用“圆弧”快捷命令 ARC，绘制伞的外框。

命令: ARC↙
指定圆弧的起点或 [圆心(C)]: C↙
指定圆弧的圆心:（在屏幕上指定圆心）
指定圆弧的起点:（在屏幕上圆心位置的右边指定圆弧的起点）
指定圆弧的端点(按住 Ctrl 键以切换方向)或 [角度(A)/弦长(L)]: a↙
指定夹角(按住 Ctrl 键以切换方向):180↙（注意角度的逆时针转向）

02 利用“样条曲线”快捷命令 SPL，绘制伞的底边。

命令：SPL↙（或者选择菜单栏中的“绘图”→“样条曲线”命令，或单击绘图工具栏命令图标，下同）
当前设置：方式=拟合　节点=弦
指定第一个点或 [方式(M)/节点(K)/对象(O)]:（指定样条曲线的第一个点 1，如图 3-14 所示）
输入下一个点或 [起点切向(T)/公差(L)]:（指定样条曲线的下一个点 2）
输入下一个点或 [端点相切(T)/公差(L)/放弃(U)]:（指定样条曲线的下一个点 3）
输入下一个点或 [端点相切(T)/公差(L)/放弃(U)/闭合(C)]:（指定样条曲线的下一个点 4）
输入下一个点或 [端点相切(T)/公差(L)/放弃(U)/闭合(C)]:（指定样条曲线的下一个点 5）
输入下一个点或 [端点相切(T)/公差(L)/放弃(U)/闭合(C)]:（指定样条曲线的下一个点 6）
输入下一个点或 [端点相切(T)/公差(L)/放弃(U)/闭合(C)]:（指定样条曲线的下一个点 7）
输入下一个点或 [端点相切(T)/公差(L)/放弃(U)/闭合(C)]:↙

03 利用“圆弧”快捷命令 ARC，绘制伞面辐条。

命令：ARC↙
指定圆弧的起点或 [圆心(C)]:（在圆弧大约正中点 8 位置，指定圆弧的起点，如图 3-15 所示）
指定圆弧的第二个点或 [圆心(C)/端点(E)]:（在点 9 位置，指定圆弧的第二个点）
指定圆弧的端点:（在点 2 位置，指定圆弧的端点）

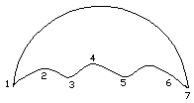


图 3-14　绘制伞边



图 3-15　绘制伞面辐条

04 用同样的方法，利用圆弧命令绘制其他的伞面辐条，绘制结果如图 3-16 所示。

05 利用“多段线”快捷命令 PL，绘制伞顶。在图 3-15 所示的点 8 位置指定伞顶起点作为多段线的起点，在命令行提示下依次输入 W、4、2，最后在适当位置指定一点作为伞顶终点。


图 3-16　绘制伞面

用同样的方法，利用“多段线”快捷命令 PL，绘制伞把。在图 3-15 所示的点 8 的正下方点 4 位置附近指定一点作为多段线的起点，在命令

行提示下依次输入 H、1.5、1.5、往下适当位置的一点、A，最后在适当位置指定一点作为伞把终点，按 Enter 键确认。最终绘制的图形如图 3-13 所示。

3.4 面域

面域是具有边界的平面区域，内部可以包含孔。

3.4.1 创建面域（REGION，REG）

【执行方式】

命令：REGION　　快捷命令：REG
菜单：绘图→面域
工具栏：绘图→面域
功能区：单击“默认”选项卡“绘图”面板中的“面域”按钮

【操作提示】

命令：REGION↙
选择对象：如图 3-17（a）所示
选择对象后，系统自动将所选对象转换成面域。

3.4.2 面域的布尔运算（UNION，UNI）

布尔运算是数学上的一种逻辑运算，用在 AutoCAD 绘图中能够极大地提高绘图效率。需要注意的是，布尔运算的对象只包括实体和共面的面域，对于普通的线条图形对象无法使用布尔运算。

通常的布尔运算包括并集、交集和差集 3 种，操作方法类似，下面一并介绍。

【执行方式】

命令：UNION（并集）或 INTERSECT（交集）或 SUBTRACT（差集）
快捷命令：UNI（或 IN 或 SU）
菜单：修改→实体编辑→并集或交集或差集
工具栏：实体编辑→并集 或交集 或差集
功能区：单击“三维工具”选项卡“实体编辑”面板中的“并集”按钮 、“交集”按钮 、“差集”按钮

布尔运算的结果如图 3-17 所示。



图 3-17　布尔运算的结果

3.4.3　操作实例——鞍形截面

利用布尔运算绘制如图 3-18 所示的鞍形截面。

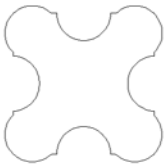


图 3-18　鞍形截面

【绘制步骤】

01 利用“多边形”快捷命令 POL，绘制基本轮廓。结果如图 3-19 所示。

02 利用“圆”快捷命令 C，绘制多个圆，如图 3-20 所示。

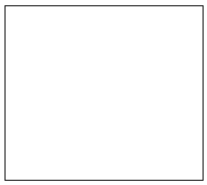


图 3-19　绘制矩形

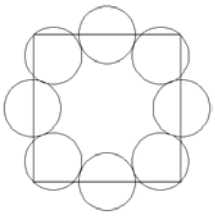


图 3-20　绘制圆

03 利用“面域”快捷命令 REG，将所有图形转换成面域。

```
命令：REG↙
选择对象：（依次选择矩形和圆）
选择对象：↙
```

04 利用“并集”快捷命令 UNI，进行并集处理。命令行提示如下。

```
命令: UNI↙
选择对象:(选择四边形)
选择对象:(选择左下角的圆)
选择对象: ↙
```

结果如图 3-21 所示。重复 3 次上一步的操作，分别将另外 3 个角上的圆与已生成的面域进行并集运算，结果如图 3-22 所示。

05 利用“差集”快捷命令 SU，将剩余图形进行差集运算，如图 3-23 所示。

```
命令: SU↙
选择要从中减去的实体、曲面和面域...
选择对象:(选择已经生成的面域)
选择对象: 选择要减去的实体、曲面和面域...
选择对象:(选择要减去的面域)
选择对象: ↙
```

重复 3 次上一步的操作，分别将另外 3 个圆与已经生成的面域进行差集运算，结果如图 3-18 所示。

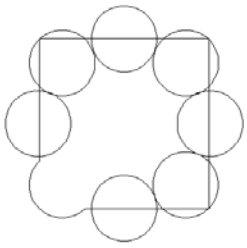


图 3-21 并集运算

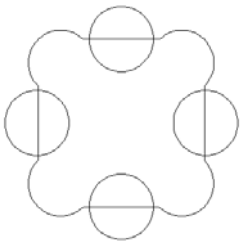


图 3-22 处理另外 3 个角

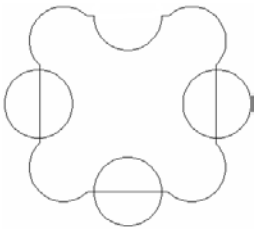


图 3-23 差集运算

3.5 图案填充

当用户需要用一个重复的图案（pattern）填充一个区域时，可以使用 BHATCH 命令建立一个相关联的填充阴影对象，即所谓的图案填充。

3.5.1 图案填充的操作（HATCH，H）

【执行方式】

```
命令：BHATCH（或 HATCH）                快捷命令：BH（或 H）
菜单：绘图→图案填充、渐变色或边界
```

工具栏：绘图→图案填充 或 渐变色
功能区：单击“默认”选项卡“绘图”面板中的“图案填充”按钮、“渐变色”按钮或“边界”按钮

3.5.2　编辑填充图案（HATCHEDIT，HE）

利用 HATCHEDIT 命令可以编辑已经填充的图案。

【执行方式】

命令：HATCHEDIT　　快捷命令：HE
菜单：修改→对象→图案填充
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“编辑图案填充”按钮

3.6　综合实例——小房子

绘制如图 3-24 所示的小房子。

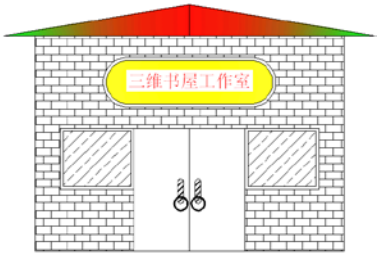


图 3-24　小房子

【绘制步骤】

01 绘制屋顶轮廓

（1）利用“直线”快捷命令 L，以{(0,500),(600,500)}为端点坐标绘制直线。

（2）利用“直线”快捷命令 L，按下状态栏中的“对象捕捉”按钮，捕捉绘制好的直线的中点，以其为起点，以(@0，50)为第二点，绘制直线。连接各端点，结果如图 3-25 所示。



图 3-25　屋顶轮廓

02 绘制墙体轮廓

利用“矩形”快捷命令 REC，以(50,500)为第一角点，(@500,-350)为第二角点，绘制墙体轮廓。结果如图 3-26 所示。

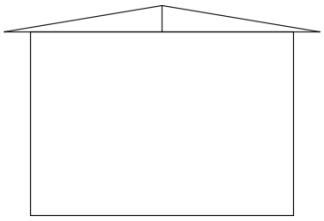


图 3-26　墙体轮廓

03 绘制门

(1)绘制门体。利用“矩形”快捷命令 REC，以墙体底面的中点为第一角点，以(@90,200)为第二角点，绘制右边的门。同样的，以墙体底面的中点作为第一角点，以(@-90,200)为第二角点，绘制左边的门。结果如图 3-27 所示。

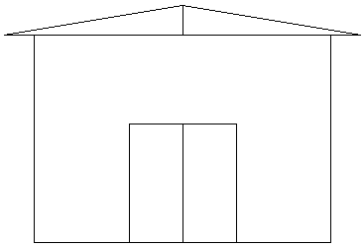


图 3-27　绘制门体

(2)绘制门把手。利用“矩形”快捷命令 REC，在适当的位置上绘制一个长度为 10，高度为 40，倒圆半径为 5 的矩形。命令行提示如下。

```
命令: REC↙
指定第一个角点或 [倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]: f↙
指定矩形的圆角半径 <0.0000>: 5↙
指定第一个角点或 [倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]:（在图上选取合适的位置）
指定另一个角点或 [面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]: @10,40↙用同样的方法，绘制另一个门把手。结果如图 3-28 所示。
```

（3）绘制门环。利用“圆环”快捷命令 DO，在适当的位置绘制两个内径为 20，外径为 40 的圆环。命令行提示如下。

```
命令: DONUT↙
指定圆环的内径 <30.0000>: 20↙
指定圆环的外径 <35.0000>: 24↙
指定圆环的中心点或 <退出>:（适当指定一点）
指定圆环的中心点或 <退出>:（适当指定一点）
指定圆环的中心点或 <退出>:↙
```

结果如图 3-29 所示。

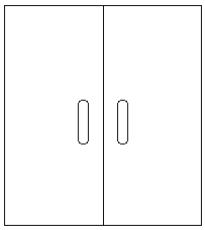


图 3-28　绘制门把手

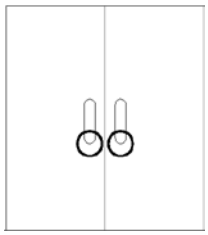


图 3-29　绘制门环

04 绘制窗户

（1）利用“矩形”快捷命令 REC，绘制左边外玻璃窗，指定门的左上角点为第一个角点，指定第二角点为(@-120,-100)。接着指定门的右上角点为第一个角点，指定第二角点为(@120,-100)，绘制右边外玻璃窗。

（2）利用“矩形”快捷命令 REC，以(205,345)为第一角点，(@-110,-90)为第二角点，绘制左边内玻璃窗。以(505,345)为第一角点，(@-110,-90)为第二角点，绘制右边内玻璃窗，结果如图 3-30 所示。

05 绘制牌匾

（1）利用“多段线”快捷命令 PL，绘制牌匾，用光标拾取一点作为多段线的起点，在命令行提示下依次输入(@200,0)、A、A、180、R、40、90、L、(@-200,0)、A、A、180、R、40、270、CL。

（2）利用“偏移”快捷命令 O（偏移命令将在后面章节详细讲述），将绘制好的牌匾向内偏移 5，结果如图 3-31 所示。

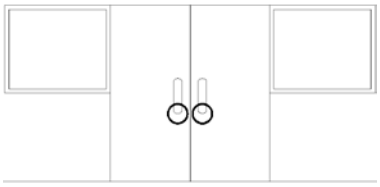


图 3-30　绘制窗户

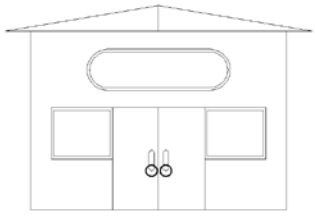


图 3-31　牌匾轮廓

06 输入牌匾文字

利用“多行文字”快捷命令 T，输入牌匾中的文字。命令行提示如下。

```
命令：MTEXT
当前文字样式：  "Standard"  文字高度：  2.5  注释性：  否
指定第一角点：（用光标拾取第一点后，屏幕上显示出一个矩形文本框）
指定对角点或 [高度(H)/对正(J)/行距(L)/旋转(R)/样式(S)/宽度(W)]：（拾取另外一点作为对角点）
```

执行上述命令后，系统打开“文字编辑器”选项卡和多行文字编辑器。在该对话框中输入文字，并设置字体的属性。设置字体属性之后的结果如图 3-32 所示。在绘图区域空白处单击，即可完成牌匾的绘制，如图 3-33 所示。

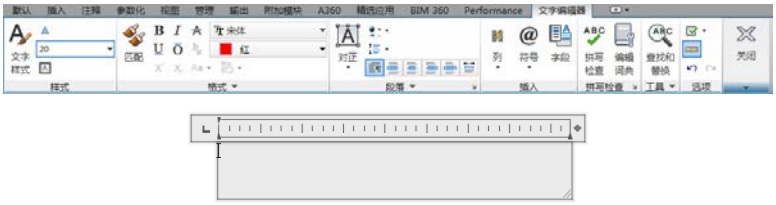


图 3-32　“文字编辑器”选项卡和多行文字编辑器

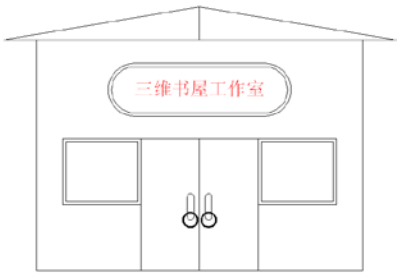


图 3-33　牌匾

07 填充图形

图案的填充主要包括 5 部分：墙面、玻璃窗、门把手、牌匾和屋顶的填充。利用“图案填充”命令，选择适当的图案，即可分别填充这 5 部分图形。

（1）外墙图案填充。利用“图案填充”快捷命令 H，系统打开“图案填充创建”选项卡，在“图案”面板中选择 BRICK 图案，设置如图 3-34 所示。



图 3-34　“图案填充创建”选项卡

在墙面区域中选取一点，按 Enter 键后，完成墙面填充，如图 3-35 所示。

（2）窗户图案填充。用相同的方法，在“图案”面板中选择 ANSI33 图案，将其“比例”设置为 4，选择窗户区域进行填充。绘制结果如图 3-36 所示。



图 3-35　完成墙面填充



图 3-36　完成窗户填充

（3）门把手图案填充。用相同的方法，在“图案”面板中选择 STEEL 图案，将其“比例”设置为 2，选择门把手区域进行填充。结果如图 3-37 所示。

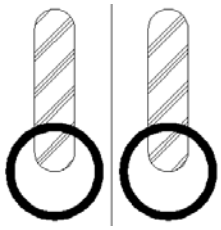


图 3-37　完成门把手填充

（4）牌匾图案填充。选择“绘图”菜单上的“渐变色”命令，系统打开“图案填充创建”选项卡，设置如图 3-38 所示。在牌匾区域中选取一点，按 Enter 键后，完成牌匾填充，如图 3-39 所示。

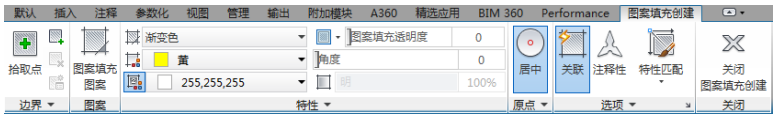


图 3-38　“图案填充创建”选项卡

完成牌匾填充后，发现不需要填充金黄色渐变，这时可以选中填充图案右击，在弹出的快捷菜单中选择“图案填充编辑”命令，系统打开“图案填充编辑”对话框，选择“单色”按钮，将颜色渐变滑块移动到中间位置，如图 3-40 所示。单击“确定”按钮，完成牌匾填充图案的编辑，如图 3-41 所示。



图 3-39　完成牌匾填充

（5）屋顶图案填充。用同样的方法，打开“图案填充创建”选项卡，将屋顶左侧分别设置“渐变色 1”和“渐变色”为绿和红，屋顶右侧分别设置“渐变色 1”和“渐变色”为红和绿，设置如图 3-42 所示。选择屋顶区域进行填充，结果如图 3-24 所示。



图 3-40　“图案填充编辑”对话框

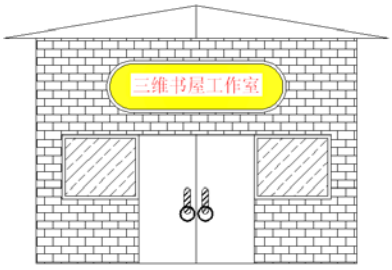


图 3-41　编辑填充图案



图 3-42　“图案填充创建”选项卡

第 4 章

基本绘图工具

为了快捷准确地绘制图形，AutoCAD 提供了多种必要的和辅助的绘图工具，如图层、对象捕捉工具、栅格工具和正交模式等。利用这些工具，可以方便、迅速、准确地实现图形的绘制和编辑，不仅可提高工作效率，而且能更好地保证图形的质量。

4.1 缩放与平移

改变视图最一般的方法就是利用缩放和平移命令。用它们可以在绘图区域放大或缩小图像显示，或者改变观察位置。

4.1.1 实时缩放（ZOOM，Z）

在实时缩放命令下，可以通过垂直向上或向下移动光标来放大或缩小图形。

【执行方式】

命令：ZOOM　　快捷命令：Z
菜单：视图→缩放→实时　　工具栏：标准→实时缩放
快捷菜单：实时缩放
功能区：单击“视图”选项卡“导航”面板上的“范围”下拉菜单中的“实时”按钮（如图 4-1 所示）

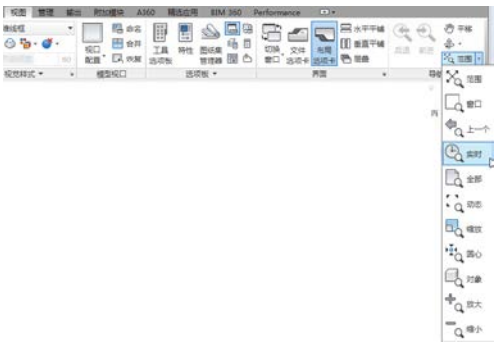


图 4-1　“导航”面板

【操作提示】

按住选择按钮垂直向上或向下移动。从图形的中点向顶端垂直地移动光标就可以放大图形一倍，向底部垂直地移动光标就可以将图形缩小为原来的 1/2。

另外，还有动态缩放、窗口缩放、比例缩放、中心缩放、全部缩放、对象缩放、缩放上一个和最大图形范围缩放，其操作方法与实时缩放类似，不再赘述。

4.1.2　实时平移（PAN，P）

【执行方式】

命令：PAN　　快捷命令：P
菜单：视图→平移→实时　　工具栏：标准→实时平移
功能区：单击“视图”选项卡“导航”面板中的“平移”按钮（如图 4-2 所示）
快捷菜单：平移



图 4-2　“导航”面板

【操作提示】

执行上述命令后，用鼠标按住选择按钮，然后移动手形光标就能平

移图形了。

4.2 精确定位工具

精确定位工具是指能够帮助用户快速准确地定位某些特殊点（如端点、中点、圆心等）和特殊位置（如水平位置、垂直位置）的工具，这些工具主要集中在状态栏上，如图 4-3 所示为默认状态下显示的状态栏按钮。



图 4-3 状态栏按钮

4.2.1 捕捉工具（DSETTINGS，SE）

为了准确地在屏幕上捕捉点，AutoCAD 提供了捕捉工具，可以在屏幕上生成一个隐含的栅格（捕捉栅格），这个栅格能够捕捉光标，约束它只能落在栅格的某一个节点上，使用户能够高精确度地捕捉和选择这个栅格上的点。

【执行方式】

命令：DSETTINGS（或 DDOSNAP）　　快捷命令：SE
菜单：工具→绘图设置
状态栏：捕捉模式（仅限打开与关闭）
快捷键：F9（仅限打开与关闭）

【操作提示】

按上述操作打开“草图设置”对话框，其“捕捉和栅格”选项卡如图 4-4 所示。



图 4-4 “捕捉和栅格”选项卡

可以在该选项卡中设置捕捉有关参数，其中“捕捉类型”确定捕捉类型和样式。AutoCAD 提供了两种捕捉的方

式：“栅格捕捉”和“极轴捕捉”。“栅格捕捉”是指按正交位置捕捉位置点，而“极轴捕捉”可以根据设置的任意极轴角捕捉位置点。

“栅格捕捉”又细分为“矩形捕捉”和“等轴测捕捉”两种方式。在“矩形捕捉”方式下捕捉栅格是标准的矩形。在“等轴测捕捉”方式下捕捉栅格和光标十字线不再互相垂直，而是成绘制等轴测图时的特定角度，这种方式对于绘制等轴测图是十分有用的。

4.2.2　栅格工具（DSETTINGS，SE）

用户可以应用显示栅格工具，使绘图区域上出现可见的网格。它是一个形象的画图工具，就像传统的坐标纸一样。

【执行方式】

命令：DSETTINGS（或 DDOSNAP）快捷命令：SE
菜单：工具→绘图设置　　状态栏：栅格（仅限于打开与关闭）
快捷键：F7（仅限于打开与关闭）

【操作提示】

按上述操作打开“草图设置”对话框，利用该对话框中的“捕捉和栅格”选项卡来设置。

4.2.3　正交模式（ORTHO，F8）

当启用正交模式时，画线或移动对象时只能沿水平方向或垂直方向移动光标，因此只能画平行于坐标轴的正交线段。

【执行方式】

命令：ORTHO　　状态栏：正交模式
快捷键：F8

4.3　对象捕捉工具

在利用 AutoCAD 画图时经常要用到一些特殊的点，如圆心、切点、

线段或圆弧的端点、中点等，但是如果用鼠标拾取的话，要准确地找到这些点是十分困难的。为此，AutoCAD 提供了对象捕捉工具，通过这些工具可轻易地找到这些点。

4.3.1 特殊位置点捕捉（TT）

在绘制 AutoCAD 图形时，有时需要指定一些特殊位置的点，如圆心、端点、中点、平行线上的点等，这些点如表 4-1 所示。读者可以通过对象捕捉功能来捕捉这些点。

表 4-1 特殊位置点捕捉

捕捉模式	快捷命令	功　能
临时追踪点	TT	建立临时追踪点
两点之间的中点	M2P	捕捉两个独立点之间的中点
捕捉自	FRO	与其他捕捉方式配合使用，建立一个临时参考点，作为指出后继点的基点
端点	ENDP	用来捕捉对象（如线段或圆弧等）的端点
中点	MID	用来捕捉对象（如线段或圆弧等）的中点
圆心	CEN	用来捕捉圆或圆弧的圆心
节点	NOD	捕捉用 POINT 或 DIVIDE 等命令生成的点
象限点	QUA	用来捕捉距光标最近的圆或圆弧上可见部分的象限点，即圆周上 0°、90°、180°、270°位置上的点
交点	INT	用来捕捉对象（如线、圆弧或圆等）的交点
延长线	EXT	用来捕捉对象延长路径上的点
插入点	INS	用于捕捉块、文字、属性或属性定义等对象的插入点
垂足	PER	在线段、圆、圆弧或它们的延长线上捕捉一个点，使之与最后生成的点的连线与该线段、圆或圆弧正交
切点	TAN	最后生成的一个点到选中的圆或圆弧上引切线的切点位置

续表

捕捉模式	快捷命令	功　　能
最近点	NEA	用于捕捉离拾取点最近的线段、圆、圆弧等对象上的点
外观交点	APP	捕捉两个对象在视图平面上的交点。若两个对象没有直接相交，则自动计算其延长后的交点；若两对象在空间上为异面直线，则计算其投影方向上的交点
平行线	PAR	用于捕捉与指定对象平行方向的点
无	NON	关闭对象捕捉模式
对象捕捉设置	OSNAP	设置对象捕捉

AutoCAD 提供了命令行、工具栏和右键快捷菜单 3 种执行特殊点对象捕捉的方法。

【命令方式】

在绘制 AutoCAD 图形时，当在命令行提示下输入一点就输入了相应特殊位置点的命令（见表 4-1），然后根据提示操作即可。

4.3.2　操作实例——精确定位大小圆

精确定位大小圆，如图 4-5 所示。



图 4-5　精确定位大小圆

【绘制步骤】

01 绘制圆和线段

利用“直线”快捷命令 L 和“圆”快捷命令 ARC，绘制圆和线段。

命令：C↙
指定圆的圆心或 [三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)]：（用鼠标左键单击，定位圆心）
指定圆的半径或 [直径(D)]：（拖动鼠标，则窗口中出现一个动态圆，拖动到合适大小，单击鼠标左键）

用同样的方法，利用“圆”快捷命令 C，在适当位置以适当半径再绘制一个圆。

命令：L↙
指定第一个点：（用鼠标左键在绘图窗口中单击，指定一点）
指定下一点或 [放弃(U)]：（拖动鼠标，窗口出现动态直线，拖动到合适位置单击鼠标左键，指定一点）
指定下一点或 [放弃(U)]：↙

绘制的小圆、大圆、直线的图形如图 4-6 所示。



图 4-6　绘制小圆、大圆、直线

02 绘制折线

命令：LW↙

LW 命令是设置线宽命令。执行命令后将出现“线宽设置”对话框，如图 4-7 所示。可通过“线宽”列表框设置当前图线的线宽为 0.5mm。选中“显示线宽”复选框或按下状态栏中的“线宽”按钮，则在当前图形中显示线宽。

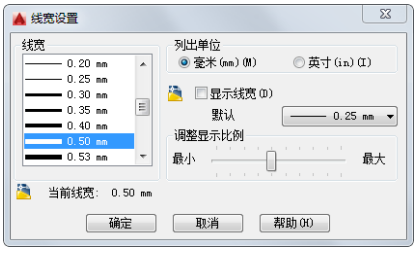


图 4-7　“线宽设置”对话框

命令：PL↙
指定起点：（用鼠标左键单击“对象捕捉工具条”中的图标，进行“圆心”捕捉）
_cen 于（将光标移至圆 1 的附近，则在圆 1 的圆心处将显示一个绿色的小圆圈，并在当前光标处出现“圆心”的伴随说明，如图 4-8 所示）
当前线宽为 0.5000
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：（用鼠标左键单击“对象捕捉工具条”中的图标，进行“切点”捕捉）
_tan 到（将光标移至圆 2 的附近，则在圆 2 的切点处将显示一个黄色的标记，并在当前光标处出现“切点”的伴随说明，如图 4-9 所示）
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：（用鼠标左键单击“对象捕捉工具条”中的图标，进行“垂足”捕捉）
_per 到（将光标移至直线 3 的附近，则在直线 3 的垂足处将显示一个黄色的标记，并在当前光标处出现“垂足”的伴随说明，如图 4-10 所示）
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：（用鼠标左键单击“对象捕捉工具条”中的图标，进行“象限点”捕捉）
_qua 于（将光标移至圆 2 的附近，则在圆 2 的象限点处将显示一个黄色的标记，并在当前光标处出现“象限点”的伴随说明，如图 4-11 所示）
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：（用鼠标左键单击“对象捕捉工具条”中的图标，进行“端点”捕捉）
_endp 于（将光标移至直线 3 的附近，则在直线 3 的端点处将显示一个黄色的小方形，并在当前光标处出现“端点”的伴随说明，如图 4-12 所示）
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]：↙

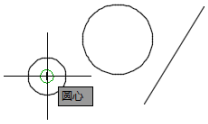


图 4-8　捕捉小圆的圆心

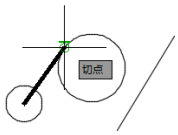


图 4-9　捕捉大圆的切点



图 4-10　捕捉直线垂足

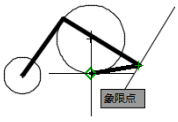


图 4-11　捕捉大圆象限点

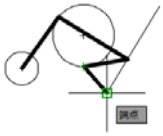


图 4-12　捕捉直线端点

4.3.3　设置对象捕捉（DSETTINGS，SE）

在用 AutoCAD 绘图之前，可以根据需要事先设置运行一些对象捕捉模式，这样绘图时 AutoCAD 能自动捕捉一些特殊点，从而加快绘图

速度，提高绘图质量。

【执行方式】

命令：DSETTINGS（或 DDOSNAP）　　快捷命令：SE
菜单：工具→绘图设置
工具栏：对象捕捉→对象捕捉设置。
状态栏：对象捕捉（功能仅限于打开与关闭）
快捷键：F3（功能仅限于打开与关闭）
快捷菜单：对象捕捉设置

【操作提示】

执行上述命令，系统打开“草图设置”对话框，在该对话框中，单击“对象捕捉”标签，打开“对象捕捉”选项卡，如图 4-13 所示。利用此选项卡可以对对象捕捉方式进行设置。

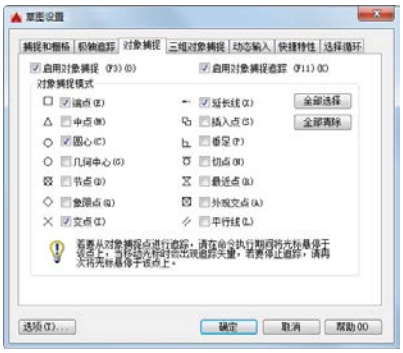


图 4-13　“对象捕捉”选项卡

4.4 对象追踪

对象追踪是指按指定角度或与其他对象的指定关系来绘制对象。

4.4.1　自动追踪（DSETTINGS，SE）

利用自动追踪功能，可以对齐路径，有助于以精确的位置和角度创建对象。自动追踪包括两个追踪选项：“极轴追踪”和“对象捕捉追踪”。“极轴追踪”是指按指定的极轴角或极轴角的倍数对齐要指定点的路径；

“对象捕捉追踪”是指以捕捉到的特殊位置点为基点，按指定的极轴角或极轴角的倍数对齐要指定点的路径。

【执行方式】

命令：DSETTINGS（或 DDOSNAP）　　快捷命令：SE
菜单：工具→绘图设置
工具栏：对象捕捉→对象捕捉设置
状态栏：对象捕捉＋对象捕捉追踪　　快捷键：F11
快捷菜单：对象捕捉设置

【操作提示】

按照上述执行方式操作或者单击“对象捕捉”右侧的小三角按钮，在快捷菜单中选择“对象捕捉设置”命令，系统打开“草图设置”对话框的“对象捕捉”选项卡，选中“启用对象捕捉追踪”复选框，即完成对象捕捉追踪设置。

4.4.2　操作实例——特殊位置线段

绘制如图 4-14 所示的线段。

【绘制步骤】

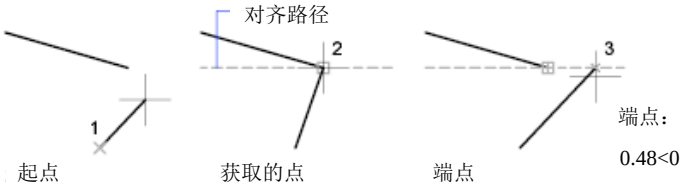
绘制一条线段，使该线段的一个端点与另一条线段的端点在一条水平线上。

01 同时用鼠标右键单击状态栏上的“对象捕捉”和“对象追踪”按钮，启动对象捕捉追踪功能。

02 绘制一条线段。

03 绘制第二条线段，命令行提示与操作如下。

```
命令：L↙
指定第一个点：（指定点 1，如图 4-14（a）所示）
指定下一点或 [放弃(U)]：（将鼠标移动到点 2 处，系统自动捕捉到第一条直线的端点 2，如图 4-14（b）所示。系统显示一条虚线为追踪线，移动鼠标，在追踪线的适当位置指定一点 3，如图 4-14（c）所示）
指定下一点或 [放弃(U)]：↙
```



（a）指定点 1　　（b）捕捉点 2　　（c）追踪线上指定一点

图 4-14　对象捕捉追踪

4.4.3　极轴追踪设置（DSETTINGS，SE）

【执行方式】

命令：DSETTINGS（或 DDOSNAP）　　快捷命令：SE
菜单：工具→绘图设置
工具栏：对象捕捉→对象捕捉设置
状态栏：对象捕捉＋极轴　　快捷键：F10
快捷菜单：对象捕捉设置

【操作提示】

按照上述执行方式操作或者单击“极轴追踪”右侧的小三角按钮，在弹出的快捷菜单中选择“正在追踪设置”命令，系统打开如图 4-15 所示的“草图设置”对话框的“极轴追踪”选项卡。其中各选项的功能如下。

♦ “启用极轴追踪”复选框：选中该复选框，即启用极轴追踪功能。



图 4-15　“草图设置”对话框的“极轴追踪”选项卡

- “极轴角设置”选项组：设置极轴角的值。可以在“增量角”下拉列表框中选择一个角度值；也可选中“附加角”复选框，单击“新建”按钮设置任意附加角。系统在进行极轴追踪时，同时追踪增量角和附加角，可以设置多个附加角。
- “对象捕捉追踪设置”和“极轴角测量”选项组：按界面提示设置相应选项。

4.5 图层设计

图层的概念类似投影片，将不同属性的对象分别画在不同的投影片（图层）上。

4.5.1 设置图层（LAYER，LA）

【执行方式】

命令：LAYER　　快捷命令：LA
菜单：格式→图层　　工具栏：图层→图层特性管理器
功能区：单击“默认”选项卡“图层”面板中的“图层特性”按钮或单击“视图”选项卡“选项板”面板中的“图层特性”按钮

【操作提示】

命令：LA↙

系统打开如图 4-16 所示的“图层特性管理器”对话框。

AutoCAD 提供了一个“特性”工具栏，如图 4-17 所示。用户能够控制和使用工具栏上的工具图标快速地查看和改变所选对象的图层、颜色、线型和线宽等特性。



图 4-16　“图层特性管理器”对话框



图 4-17 “特性”工具栏

4.5.2 图层的线型（LINETYPE，LT）

【执行方式】

命令：LINETYPE　　快捷命令：LT

执行 LT 命令后，系统打开“线型管理器”对话框，如图 4-18 所示。

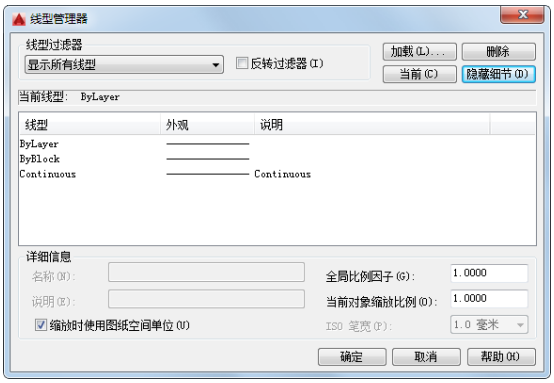


图 4-18 “线型管理器”对话框

4.5.3 颜色的设置（COLOR，COL）

【执行方式】

命令：COLOR　　快捷命令：COL
菜单：格式→颜色

【操作提示】

命令：COL↙

执行相应的菜单命令，或在命令行中输入 COLOR 命令后按 Enter 键，AutoCAD 将打开如图 4-19 所示的“选择颜色”对话框。



图 4-19　“选择颜色”对话框

4.5.4　操作实例——螺栓

绘制如图 4-20 所示的螺栓。

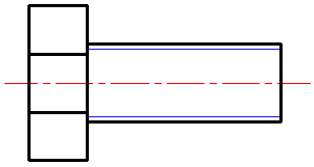


图 4-20　螺栓

【绘制步骤】

01 单击“默认”选项卡“图层”面板中的“图层特性”按钮，打开“图层特性管理器”对话框。

02 单击“新建图层”按钮，创建一个新图层，把名字由默认的“图层 1”改为“中心线”。

03 单击“中心线”层对应的“颜色”选项，打开“选择颜色”对话框，选择红色为该层颜色，单击“确定”按钮，返回“图层特性管理器”对话框。

04 单击“中心线”层对应的“线型”选项，打开“选择线型”对话框。

05 在“选择线型”对话框中，单击“加载”按钮，系统打开“加载或重载线型”对话框，选择 CENTER 线型，单击“确定”按钮退出。在“选择线型”

对话框中选择 CENTER（点画线）为该层线型，单击“确定”按钮，返回“图层特性管理器”对话框。

06 单击“中心线”层对应的“线宽”选项，打开“线宽”对话框，选择 0.09mm 线宽，单击“确定”按钮退出。

07 用相同的方法再建立两个新图层，分别命名为“轮廓线”和“细实线”。“轮廓线”层的颜色设置为白色，线型为 Continuous（实线），线宽为 0.30mm。“细实线”层的颜色设置为蓝色，线型为 Continuous，线宽为 0.09mm。然后让 3 个图层均处于打开、解冻和解锁状态，各项设置如图 4-21 所示。

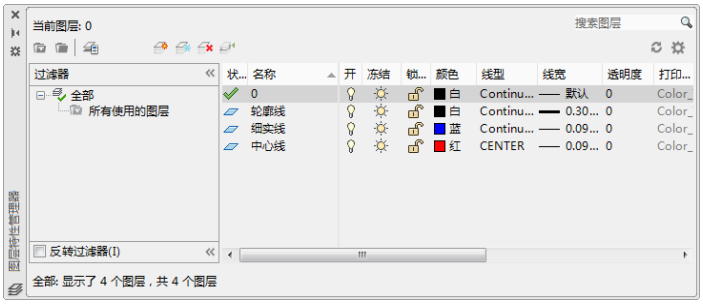


图 4-21　新建图层的各项设置

08 选中“中心线”层，单击“置为当前”按钮，将其设置为当前图层；然后单击“确定”按钮，关闭“图层特性管理器”对话框。

09 在当前图层“中心线”层上绘制图 4-20 中的中心线，如图 4-22（a）所示。

10 单击“默认”选项卡“图层”面板下图层右侧的三角按钮，将“轮廓线”层设置为当前图层，并在其上绘制图 4-20 中的主体图形，如图 4-22（b）所示。



（a）绘制中心线　　（b）绘制主体图形

图 4-22　绘制过程

11 将当前图层设置为“细实线”层，并在“细实线”层上绘制螺纹牙底线。执行结果如图 4-20 所示。

4.6 对象约束

约束能够用于精确地控制草图中的对象。草图约束有两种类型：尺寸约束和几何约束。

4.6.1 建立几何约束

使用几何约束，可以指定草图对象必须遵守的条件，或是草图对象之间必须维持的关系。几何约束面板及工具栏（面板在“参数化”选项卡中的“几何”组中）如图 4-23 所示。



图 4-23　几何约束面板及工具栏

绘图中可指定二维对象或对象上的点之间的几何约束。此后编辑受约束的几何图形时，将保留约束。因此，通过使用几何约束可以在图形中包含设计要求。

4.6.2 几何约束设置（CONSTRAINTSETTINGS，CSETTINGS）

在用 AutoCAD 绘图时，可以控制约束栏的显示。使用“约束设置”对话框，可控制约束栏上显示或隐藏的几何约束类型。

【执行方式】

命令：CONSTRAINTSETTINGS　　快捷命令：CSETTINGS
菜单：参数→约束设置　　工具栏：参数化→约束设置
功能区：单击“参数化”选项卡“几何”面板中的“对话框启动器”按钮

【操作提示】

```
命令: CSETTINGS↙
```

执行命令后，系统打开“约束设置”对话框，在该对话框中单击“几

何”标签，打开“几何”选项卡，如图 4-24 所示。利用此选项卡可以控制约束栏上约束类型的显示。



图 4-24　“几何”选项卡

另外，该对话框中还有“标注”选项卡和“自动约束”选项卡，分别用于设置尺寸标注约束和自动约束，如图 4-25 和图 4-26 所示。



图 4-25　“标注”选项卡



图 4-26　“自动约束”选项卡

4.6.3　操作实例——约束控制未封闭三角形

对图 4-27 所示的未封闭三角形进行约束控制，封闭结果如图 4-28 所示。



图 4-27　未封闭三角形



图 4-28　封闭三角形

【绘制步骤】

01 单击“快速访问”工具栏中的“打开”按钮，打开光盘“源文件”目录下“第 4 章\约束控制未封闭的三角形\未封闭三角形.dwg”文件，如图 4-27 所示。

02 在命令行中输入“CONSTRAINTSETTINGS”命令，打开“约束设置”对话框。单击“几何”选项卡，单击“全部选择”按钮，选中全部约束方式，如图 4-29 所示。再单击“自动约束”选项卡，将“距离”和“角度”公差值设置为 1，取消对“相切对象必须共用同一交点”复选框和“垂直对象必须共用同一交点”复选框的勾选，约束优先顺序按图 4-30 所示进行设置。

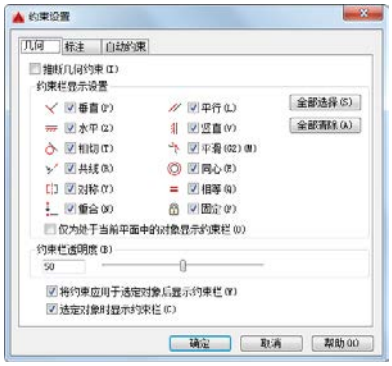


图 4-29　“几何”选项卡设置



图 4-30　“自动约束”选项卡设置

03 单击“参数化”选项卡“几何”面板中的“固定”按钮，命令行提示如下。

```
命令: _GcFix
选择点或 [对象(O)] <对象>: （选择三角形底边）
选择点或 [对象(O)] <对象>: （选择三角形左边）
选择点或 [对象(O)] <对象>: ↙
```

这时底边被固定并显示固定标记，如图 4-31 所示。

04 单击“参数化”选项卡“几何”面板中的“自动约束”按钮，命令行提示如下。

```
命令: _AutoConstrain
选择对象或 [设置(S)]: （选择三角形底边）
选择对象或 [设置(S)]: （选择三角形左边，这里已知左边两个端点的
```

```
距离为 0.7，在自动约束公差范围内）
    选择对象或 [设置(S)]: ↙
```

这时左边下移，使底边和左边的端点重合，并显示固定标记，而原来重合的上顶点现在分离，如图 4-32 所示。



图 4-31　固定约束



图 4-32　自动重合约束 1

05 采用同样的方法，使上边两个端点进行自动约束，两者重合，并显示重合标记，如图 4-33 所示。

06 再次单击“参数化”选项卡“几何”面板中的“自动约束”按钮，选择三角形底边和右边为自动约束对象(这里已知底边与右边的原始夹角为 89°)，可以发现，底边与右边自动保持重合与垂直的关系，如图 4-34 所示 (注意，三角形的右边必然要缩短)。

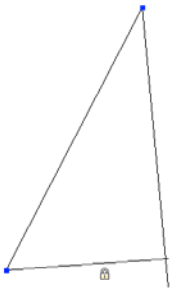


图 4-33　自动重合约束 2

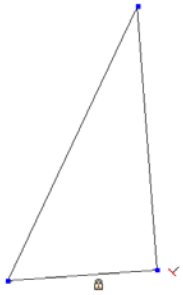


图 4-34　自动重合与自动垂直约束

4.7 综合实例——捕捉法绘制方头平键

本实例绘制的方头平键，如图 4-35 所示，先绘制主视图，然后绘制俯视图，根据其对应关系绘制左视图。绘制过程中要用到直线、矩形

等命令。利用“对象捕捉”和“对象追踪”两个按钮可以绘制所需要的直线。



图 4-35　方头平键

本实例主要学习“对象捕捉”和“对象捕捉追踪”功能的使用。

【绘制步骤】

01 利用“矩形”快捷命令 REC，绘制主视图外形。第一个角点为绘图平面适当位置一点，第二个角点坐标为(@100,11)。绘制结果如图 4-36 所示。



图 4-36　绘制主视图外形

02 利用“直线”快捷命令 L，绘制主视图棱线。捕捉矩形左上角点，如图 4-37 所示，偏移为(@0,-2)，然后捕捉矩形右边上的垂足，如图 4-38 所示。

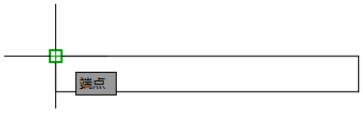


图 4-37　捕捉角点

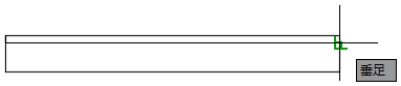


图 4-38　捕捉垂足

用相同的方法，以矩形左下角点为基点，向上偏移两个单位，利用基点捕捉绘制下边的另一条棱线。绘制结果如图 4-39 所示。

03 同时按下状态栏上的“对象捕捉”和“对象捕捉追踪”按钮，启动对象捕捉追踪功能。打开“草图设置”对话框，切换到“极轴追踪”选项卡，将“增量角”设置为 90，将对象捕捉追踪设置为“仅正交追踪”。

04 利用“矩形”快捷命令 REC，绘制俯视图外形。第一个角点为捕捉上面

绘制矩形左下角点，系统显示追踪线，沿追踪线向下在适当位置指定一点，如图 4-40 所示；第二个角点坐标为(@100,18)。绘制结果如图 4-41 所示。

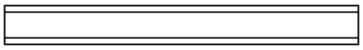


图 4-39　绘制主视图棱线

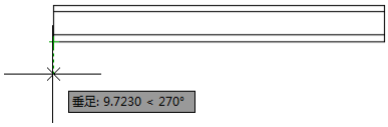


图 4-40　追踪对象

05 利用“直线”快捷命令 L，结合基点捕捉功能绘制俯视图棱线，偏移距离为 2，如图 4-42 所示。

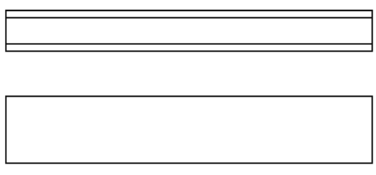


图 4-41　绘制俯视图

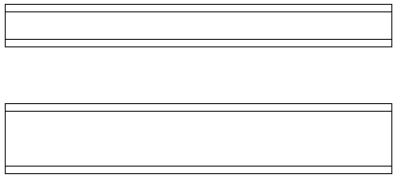


图 4-42　绘制俯视图棱线

06 利用“构造线”快捷命令 XL，绘制左视图构造线。利用“构造线”命令，绘制角度为–45° 的构造线，如图 4-43 所示。用同样的方法绘制另一条水平构造线。再捕捉两水平构造线与斜构造线交点为指定点，绘制两条竖直构造线，如图 4-44 所示。

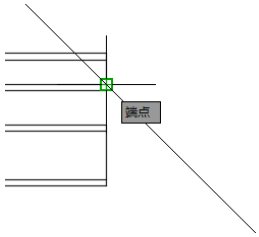


图 4-43　绘制左视图构造线

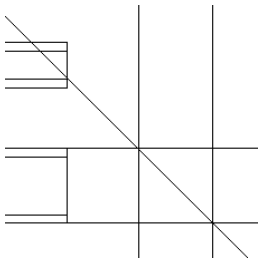


图 4-44　绘制两条竖直构造线

07 利用“矩形”快捷命令 REC，绘制左视图。

```
    命令: REC↙
    指定第一个角点或 [倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度
(W)]: C↙
    指定矩形的第一个倒角距离 <0.0000>: 2 ↙
    指定矩形的第一个倒角距离 <0.0000>:2↙
```

```
    指定第一个角点或 [倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]:（捕捉主视图矩形上边延长线与第一条竖直构造线交点，如图 4-45 所示）
    指定另一个角点或 [尺寸(D)]:（捕捉主视图矩形下边延长线与第二条竖直构造线交点）
```

结果如图 4-46 所示。

08 删除构造线。

09 单击“参数化”选项卡“几何”面板中的“共线”按钮，使左端各竖直直线建立共线的几何约束。采用同样的方法创建右端各直线共线的几何约束。

10 单击“参数化”选项卡“几何”面板中的“相等”按钮 =，使最上端水平线与下面各条水平线建立相等的几何约束。

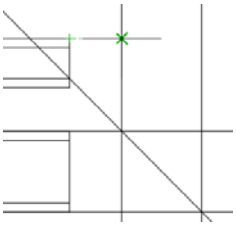


图 4-45　捕捉对象

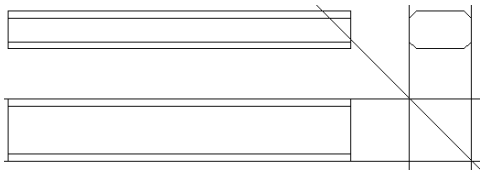


图 4-46　绘制左视图

11 单击“参数化”选项卡“几何”面板中的“水平”按钮，使水平线处于水平的状态，如图 4-47 所示。



图 4-47　添加约束

12 单击“参数化”选项卡“标注”面板中的“线性”按钮，更改水平尺寸。命令行提示与操作如下。

```
    命令: _DcHorizontal
    指定第一个约束点或 [对象(O)] <对象>:（单击最上端直线左端）
    指定第二个约束点:（单击最上端直线右端）
```

```
指定尺寸线位置（在合适位置单击左键）
标注文字 = 100（输入长度 80）
```

13 系统自动将长度 100 调整为 80，结果如图 4-35 所示。

第5章

二维编辑命令

二维图形编辑操作配合绘图命令的使用可以进一步完成复杂图形对象的绘制工作，并可使用户合理安排和组织图形，保证作图准确，减少重复工作。因此，对编辑命令的熟练掌握和使用有助于提高设计和绘图的效率。

5.1 选择对象

在命令行中输入 SELECT 命令或在执行其他编辑命令时被自动调用。此时屏幕提示如下。

```
选择对象：
```

等待用户以某种方式选择对象作为回答。AutoCAD 2016 提供多种选择方式，可以输入“?”查看这些选择方式。选择该选项后，出现如下提示。

```
需要点或窗口(W)/上一个(L)/窗交(C)/框(BOX)/全部(ALL)/栏选(F)/圈围(WP)/圈交(CP)/编组(G)/添加(A)/删除(R)/多个(M)/前一个(P)/放弃(U)/自动(AU)/单个(SI)/子对象(SU)/对象对象(O)
选择对象：
```

部分选项含义如下。

1．窗口（W）

用由两个对角顶点确定的矩形窗口选取位于其范围内的所有图形，与边界相交的对象不会被选中。指定对角顶点时应该按照从左向右的顺

序，如图 5-1 所示。

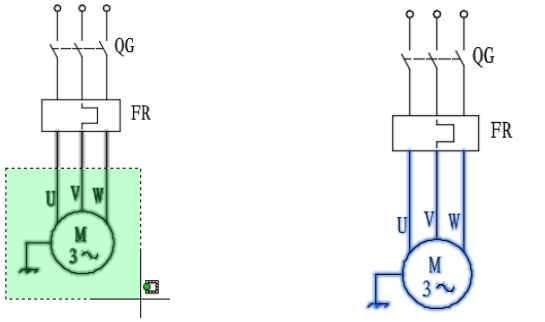


（a）图中箭头所指为选择框　　（b）选择后的图形

图 5-1　“窗口”对象选择方式

2．窗交（C）

该方式与上述“窗口”方式类似，区别在于它不但选择矩形窗口内的对象，也选中与矩形窗口边界相交的对象。选择的对象如图 5-2 所示。



（a）图中箭头所指为选择框　　（b）选择后的图形

图 5-2　“窗交”对象选择方式

3．框（BOX）

使用时，系统根据用户在屏幕上给出的两个对角点的位置而自动引用“窗口”或“窗交”选择方式。若从左向右指定对角点，为“窗口”方式；反之，则为“窗交”方式。

4．栏选（F）

用户临时绘制一些直线，这些直线不必构成封闭图形，凡是与这些直线相交的对象均被选中。执行结果如图 5-3 所示。

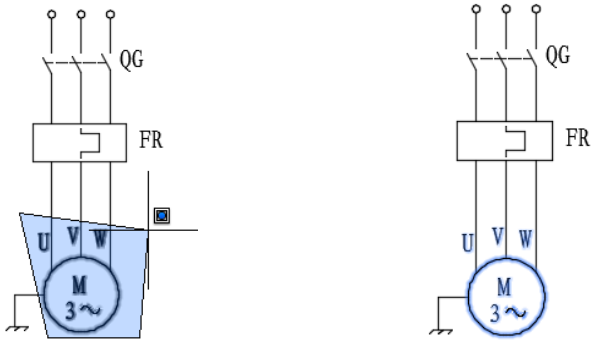


（a）图中虚线为选择栏　　（b）选择后的图形

图 5-3　“栏选”对象选择方式

5．圈围（WP）

使用一个不规则的多边形来选择对象。根据提示，用户依次输入构成多边形所有顶点的坐标，直到最后按 Enter 键做出空回答结束操作，系统将自动连接第一个顶点与最后一个顶点，形成封闭的多边形。凡是被多边形围住的对象均被选中（不包括边界）。执行结果如图 5-4 所示。



（a）十字线拉出多边形为选择框　　（b）选择后的图形

图 5-4　“圈围”对象选择方式

5.2 复制类命令

本节详细介绍 AutoCAD 2016 的复制类命令。利用这些编辑功能，可以方便地编辑绘制的图形。

5.2.1 复制命令（COPY，CO）

【执行方式】

命令：COPY　　快捷命令：CO
菜单：修改→复制　　工具栏：修改→复制
快捷菜单：复制选择
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“复制”按钮

5.2.2 操作实例——办公桌 1

绘制如图 5-5 所示的办公桌 1。



图 5-5　办公桌 1

【绘制步骤】

01 利用“矩形”快捷命令 REC，在合适的位置绘制矩形。绘制结果如图 5-6 所示。



图 5-6　绘制矩形

02 利用“复制”快捷命令 CO，将办公桌左边的一系列矩形复制到右边，完

成办公桌的绘制。命令行提示如下。

```
命令: CO↙
选择对象: （选择左边的一系列矩形）
选择对象: ↙
当前设置:  复制模式 = 多个
定基点或 [位移(D)/模式(O)] <位移>: （选择最外面的矩形与桌面的交点）
指定第二个点或 [阵列(A)] <使用第一个点作为位移>:（选择放置矩形的位置）
指定第二个点或 [阵列(A)/退出(E)/放弃(U)] <退出>: ↙
```

最终绘制结果如图 5-5 所示。

5.2.3　镜像命令（MIRROR，MI）

镜像对象是指把选择的对象围绕一条镜像线作对称复制。镜像操作完成后，可以保留原对象，也可以将其删除。

【执行方式】

命令：MIRROR　　快捷命令：MI
菜单：修改→镜像　　工具栏：修改→镜像
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“镜像”按钮（如图 5-7 所示）



图 5-7　“修改”面板

5.2.4　操作实例——办公桌 2

绘制如图 5-8 所示的办公桌 2。



图 5-8　办公桌 2

【绘制步骤】

01 利用“矩形”快捷命令 REC，在合适的位置绘制矩形，如图 5-9 所示。

02 利用“矩形”快捷命令 REC，在合适的位置绘制一系列的矩形。结果如图 5-10 所示。

03 利用“矩形”快捷命令 REC，在合适的位置绘制一系列小矩形。结果如图 5-11 所示。

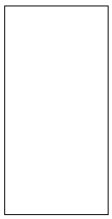


图 5-9 作矩形

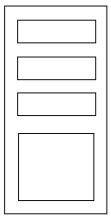


图 5-10 作多个矩形

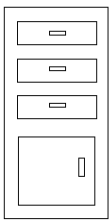


图 5-11 作多个小矩形

04 利用“矩形”快捷命令 REC，在合适的位置绘制桌面矩形。结果如图 5-12 所示。



图 5-12 作顶部的矩形

05 利用“镜像”快捷命令 MI，将左边的一系列矩形以桌面矩形顶边中点和底边中点的连线为对称轴进行镜像。命令行提示如下。

```
命令：MI↙
选择对象：（选取左边的一系列矩形）
选择对象：↙
指定镜像线的第一点：（选择桌面矩形的底边中点）
指定镜像线的第二点：（选择桌面矩形的顶边中点）
要删除源对象吗？[是(Y)/否(N)]<N>：  ↙
```

绘制结果如图 5-8 所示。

读者可以比较用“复制”命令和“镜像”命令绘制的办公桌，如图 5-5 和图 5-8 所示。

5.2.5　偏移命令（OFFSET，O）

偏移对象是指保持选中对象的形状，在不同的位置以不同的尺寸大小新建一个对象。

【执行方式】

命令：OFFSET　　快捷命令：O
菜单：修改→偏移　　工具栏：修改→偏移
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“偏移”按钮

5.2.6　操作实例——单开门

绘制如图 5-13 所示的单开门。

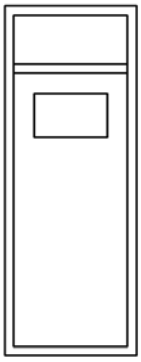


图 5-13　门

【绘制步骤】

01 利用“矩形”快捷命令 REC，绘制角点坐标分别为(0,0)和(@900,2400)的矩形。结果如图 5-14 所示。

02 利用“偏移”快捷命令 O，对上一步绘制的矩形进行偏移操作。命令行提示如下。

```
命令：O↙
当前设置：删除源=否　图层=源　OFFSETGAPTYPE=0
```

```
    指定偏移距离或 [通过(T)/删除(E)/图层(L)] <通过>:  60↙
    选择要偏移的对象，或 [退出(E)/放弃(U)] <退出>:（选择上述矩形）
    指定要偏移的那一侧上的点，或 [退出(E)/多个(M)/放弃(U)]
<退出>: （选择矩形内侧）
    选择要偏移的对象，或 [退出(E)/放弃(U)] <退出>:↙
```

结果如图 5-15 所示。

03 利用“直线”快捷命令 L，绘制端点坐标分别为(60,2000)和(@780,0)的直线。结果如图 5-16 所示。

04 利用“偏移”快捷命令 O，将上一步绘制的直线向下偏移，偏移距离为 60。结果如图 5-17 所示。

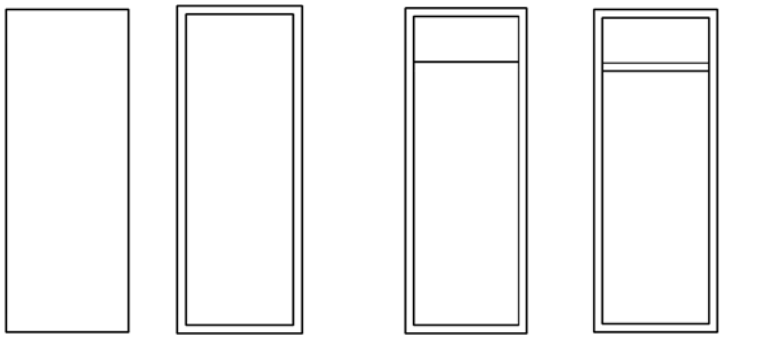


图 5-14 绘制矩形　　图 5-15 偏移　　图 5-16 绘制直线　　图 5-17 偏移直线

05 利用“矩形”快捷命令 REC，绘制角点坐标分别为(200,1500)和(700,1800)的矩形。绘制结果如图 5-13 所示。

5.2.7 阵列命令（ARRAY，AR）

AutoCAD 2016 提供了 ARRAY 命令，用于建立阵列。用该命令可以建立矩形阵列、极阵列（环形）和旋转的矩形阵列。

【执行方式】

命令：ARRAY　　快捷命令：AR

菜单：修改→阵列　　工具栏：修改→矩形阵列、路径阵列或环形阵列

功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“矩形阵列”按钮/“路径阵列”按钮/“环形阵列”按钮（如图 5-18 所示）

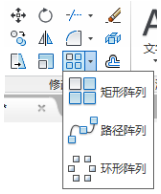


图 5-18　“修改”面板

5.2.8　操作实例——装饰花瓣

绘制如图 5-19 所示的装饰花瓣。

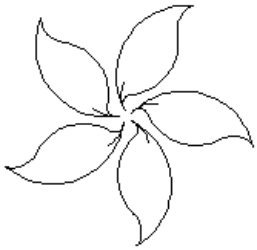


图 5-19　装饰花瓣

【绘制步骤】

01 利用“多段线”快捷命令 PL 和“圆弧”快捷命令 ARC，绘制花瓣外框。绘制结果如图 5-20 所示。



图 5-20　花瓣外框

02 利用“环形阵列”命令，设置“项目数”为 5，“填充角度”为 360，选择花瓣下端点外一点为中心，将绘制的花瓣进行阵列，命令行中的操作与提示如下：

```
命令：AR↙
选择对象：（选择上步绘制的花瓣外框）
选择对象：↙
```

```
    输入阵列类型 [矩形(R)/路径(PA)/极轴(PO)] <极轴>: po
    类型 = 极轴  关联 = 否
    指定阵列的中心点或 [基点(B)/旋转轴(A)]:
    选择夹点以编辑阵列或 [关联(AS)/基点(B)/项目(I)/项目间角度(A)/
填充角度(F)/行(ROW)/层(L)/旋转项目(ROT)/退出(X)]<退出>: i↙
    输入阵列中的项目数或 [表达式(E)] <6>:5↙
    选择夹点以编辑阵列或 [关联(AS)/基点(B)/项目(I)/项目间角度(A)/
填充角度(F)/行(ROW)/层(L)/旋转项目(ROT)/退出(X)] <退出>: f↙
    指定填充角度(+=逆时针、-=顺时针)或 [表达式(EX)] <360>:↙
    选择夹点以编辑阵列或 [关联(AS)/基点(B)/项目(I)/项目间角度(A)/
填充角度(F)/行(ROW)/层(L)/旋转项目(ROT)/退出(X)] <退出>:↙
```

绘制结果如图 5-19 所示。

5.3 改变位置类命令

这一类编辑命令的功能是按照指定要求改变当前图形或图形的某部分位置，主要包括移动、旋转和缩放等命令。

5.3.1 移动命令（MOVE，M）

【执行方式】

命令：MOVE　　快捷命令：M
菜单：修改→移动　　快捷菜单：移动
工具栏：修改→移动
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“移动”按钮

【操作提示】

```
    命令：M↙
    选择对象：(用前面介绍的对象选择方法选择要移动的对象，按 Enter
键结束选择)
    选择对象：↙
    指定基点或 [位移(D)] <位移>:(指定基点或位移)
    指定第二个点或 <使用第一个点作为位移>:
```

命令选项功能与“复制”命令类似。

5.3.2　旋转命令（ROTATE，RO）

【执行方式】

命令：ROTATE　　快捷命令：RO
菜单：修改→旋转　　快捷菜单：旋转
工具栏：修改→旋转
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“旋转”按钮

5.3.3　操作实例——电脑

绘制如图 5-21 所示的电脑。

【绘制步骤】

01 利用“矩形”快捷命令 REC，绘制角点坐标分别为(0,16)、(450,130)的矩形。绘制结果如图 5-22 所示。

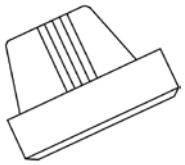


图 5-21　电脑

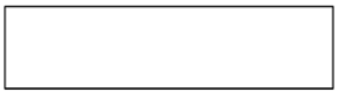


图 5-22　绘制矩形

02 利用“直线”快捷命令 L，在命令行提示下依次输入(0,16)、(30,0)、(430,0)和(450,16)，回车。

03 利用“多段线”快捷命令 PL，在命令行提示下依次输入(37,130)、(80,308)、A、(101,320)、L、(306,320)、A、(326,308)、L 和(380,130)，按 Enter 键。绘制结果如图 5-23 所示。

04 利用“直线”快捷命令 L，绘制一条端点坐标为(176,130)、(176,320)的直线。绘制结果如 5-24 所示。

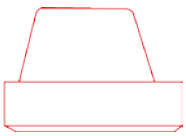


图 5-23　绘制多段线

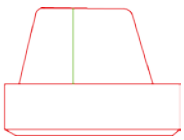


图 5-24　绘制直线

05 利用“矩形阵列”命令，设置“行数”为 1，“列数”为 5，“列偏移”为 22，将上一步中绘制的直线进行阵列，绘制结果如图 5-25 所示。

06 利用“旋转”快捷命令 RO，旋转绘制的电脑。命令行提示如下。

```
命令: RO↙
UCS 当前的正角方向:  ANGDIR=逆时针  ANGBASE=0
选择对象: all
选择对象: ↙
指定基点: 0,0↙
指定旋转角度，或 [复制(C)/参照(R)] <0>:  25↙
```

绘制结果如图 5-21 所示。

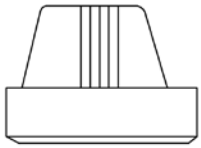


图 5-25　阵列

5.3.4　缩放命令（SCALE，SC）

【执行方式】

命令：SCALE　　快捷命令：SC
菜单：修改→缩放　　快捷菜单：缩放
工具栏：修改→缩放
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“缩放”按钮

【操作提示】

命令：SCALE↙
选择对象：（选择要缩放的对象）
选择对象：↙
指定基点：（指定缩放操作的基点）
指定比例因子或 [复制(C)/参照(R)] <1.0000>：（直接指定比例因子或参照比例因子）

选择“复制（C）”选项时，可以复制缩放对象，即缩放对象时，保留原对象，如图 5-26 所示。



缩放前　　缩放后

图 5-26　复制缩放

5.4 改变几何特性类命令

这一类编辑命令在对指定对象进行编辑后，使编辑对象的几何特性发生改变，包括倒斜角、倒圆角、断开、修剪、延长、加长、伸展等命令。

5.4.1 修剪命令（TRIM，TR）

【执行方式】

命令：TRIM　　快捷命令：TR
菜单：修改→修剪　　工具栏：修改→修剪
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“修剪”按钮

5.4.2 操作实例——灯具

绘制如图 5-27 所示的灯具。

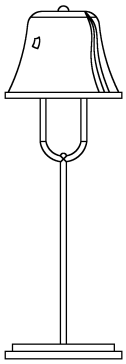


图 5-27　灯具

【绘制步骤】

01 利用“矩形”快捷命令 REC，绘制轮廓线；利用“镜像”快捷命令 MI，使轮廓线左右对称，如图 5-28 所示。

02 利用“圆弧”快捷命令 ARC 和“偏移”快捷命令 O，绘制两条圆弧，端点分别捕捉到矩形的角点上，绘制的下面的圆弧中间一点捕捉到中间矩形上边的中点上，如图 5-29 所示。

03 利用“圆弧”快捷命令 ARC 和“直线”快捷命令 L，绘制灯柱上的结合点，如图 5-30 所示。

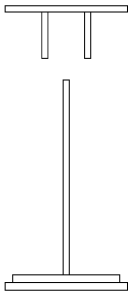


图 5-28 绘制轮廓线

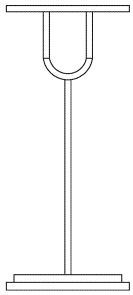


图 5-29 绘制圆弧

04 利用“修剪”快捷命令 TR，修剪多余图线。命令行提示如下。

```
    命令: TR↙
    当前设置:投影=UCS, 边=延伸
    选择修剪边...
    选择对象或<全部选择>:（选择修剪边界对象）
    选择对象:（选择修剪边界对象）
    选择对象: ↙
    选择要修剪的对象，或按住 Shift 键选择要延伸的对象，或[栏选(F)/
窗交(C)/投影(P)/边(E)/删除(R)/ 放弃(U)]:
    选择要修剪的对象，或按住 Shift 键选择要延伸的对象，或[栏选(F)/
窗交(C)/投影(P)/边(E)/删除(R)/放弃(U)]:（选择修剪对象）↙
```

修剪结果如图 5-31 所示。

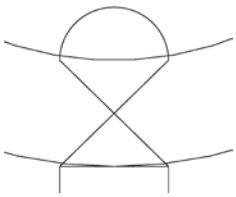


图 5-30　绘制灯柱上的结合点

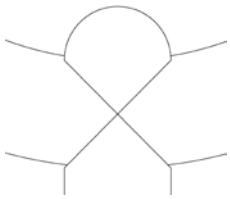


图 5-31　修剪图形

05 利用“样条曲线”快捷命令 SPL 和“镜像”快捷命令 MI，绘制灯罩轮廓线，如图 5-32 所示。

06 利用“直线”快捷命令 L，补齐灯罩轮廓线，直线端点捕捉对应样条曲线端点，如图 5-33 所示。

07 利用“圆弧”快捷命令 ARC，绘制灯罩顶端的突起，如图 5-34 所示。

08 利用“样条曲线”快捷命令 SPL，绘制灯罩上的装饰线。最终结果如图 5-27 所示。

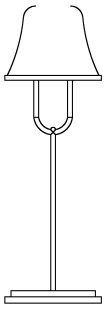


图 5-32　绘制轮廓线

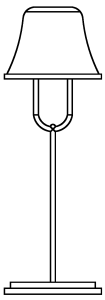


图 5-33　补齐轮廓线

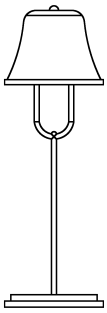


图 5-34　绘制突起

5.4.3　延伸命令（EXTEND，EX）

【执行方式】

命令：EXTEND　　快捷命令：EX
菜单：修改→延伸　　工具栏：修改→延伸
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“延伸”按钮

5.4.4　操作实例——窗户

绘制如图 5-35 所示的窗户。

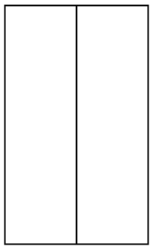


图 5-35　窗户

【绘制步骤】

01 利用“矩形”快捷命令 REC，绘制角点坐标分别为(100,100)、(300,500)的矩形，作为窗户外轮廓线。绘制完成后如图 5-36 所示。

02 利用“直线”快捷命令 L，绘制端点坐标为(200,100)、(200,200)的直线，分割矩形。绘制完成后如图 5-37 所示。

03 利用“延伸”快捷命令 EX，将直线延伸至矩形最上面的边。命令行提示如下。

```
命令: EX↙
当前设置:投影=UCS，边=无
选择边界的边...
选择对象或 <全部选择>: （拾取矩形的最上边）
选择对象: ↙
选择要延伸的对象，或按住 Shift 键选择要修剪的对象，或[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]:（拾取直线）
选择要延伸的对象，或按住 Shift 键选择要修剪的对象，或[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]: ↙
```

绘制完成后如图 5-35 所示。

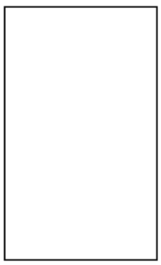


图 5-36　绘制矩形

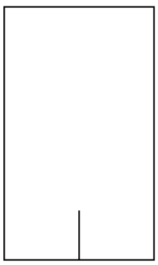
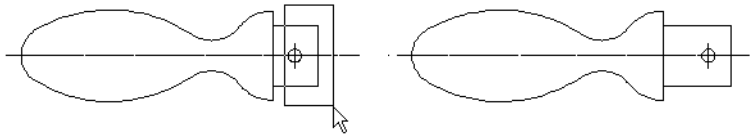


图 5-37　绘制窗户分割线

5.4.5　拉伸命令（STRETCH，S）

拉伸对象是指拖拉选中对象，且对象的形状发生改变。拉伸对象时应指定拉伸的基点和移至点。利用一些辅助工具（如捕捉、钳夹功能及相对坐标等）可以提高拉伸的精度。图 5-38 所示是一拉伸示例。



（a）选取对象　　（b）拉伸后

图 5-38　拉伸

【执行方式】

命令：STRETCH　　快捷命令：S
菜单：修改→拉伸　　工具栏：修改→拉伸
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“拉伸”按钮

【操作提示】

```
命令：S↙
以交叉窗口或交叉多边形选择要拉伸的对象...
选择对象：C↙
指定第一个角点：
指定对角点：找到 2 个(采用交叉窗口的方式选择要拉伸的对象)
指定基点或 [位移(D)] <位移>:（指定拉伸的基点）
指定第二个点或 <使用第一个点作为位移>:（指定拉伸的移至点）
```

此时，若指定第二个点，系统将根据这两点决定的矢量拉伸对象。若直接按 Enter 键，系统会把第一个点作为 X 和 Y 轴分量值。

STRETCH 命令移动完全包含在交叉窗口内的顶点和端点。部分包含在交叉窗口内的对象将被拉伸，如图 5-38 所示。

5.4.6　拉长命令（LENGTHEN，LEN）

【执行方式】

命令：LENGTHEN　　快捷命令：LEN

菜单：修改→拉长
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“拉长”按钮

【操作提示】

命令:LEN↙
选择要测量的对象或 [增量(DE)/百分比(P)/总计(T)/动态(DY)] <增量(DE)>: de↙
输入长度增量或 [角度(A)] <0.0000>: 10↙（输入长度增量数值。如果选择圆弧段，则可输入选项“A”，给定角度增量）
选择要修改的对象或 [放弃(U)]:（选定对象，进行拉长操作）
选择要修改的对象或 [放弃(U)]:↙

5.4.7 分解命令（EXPLODE，X）

【执行方式】

命令：EXPLODE　　快捷命令：X
菜单：修改→分解　　工具栏：修改→分解
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“分解”按钮

【操作提示】

命令：X↙
选择对象：（选择要分解的对象）

选择一个对象后，该对象会被分解。系统继续提示该行信息，允许分解多个对象。

5.4.8 合并命令（JOIN，J）

可以将直线、圆、椭圆弧和样条曲线等独立的线段合并为一个对象。

【执行方式】

命令：JOIN　　快捷命令：J
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“合并”按钮

【操作提示】

命令: J↙
选择源对象或要一次合并的多个对象: （选择一个对象）
找到 1 个

```
选择要合并的对象：（选择另一个对象）
找到 1 个，总计 2 个
选择要合并的对象：↙
2 条直线已合并为 1 条直线
```

5.4.9　圆角命令（FILLET，F）

圆角是指用指定的半径决定的一段平滑的圆弧连接两个对象。系统规定可以平滑连接一对直线段、非圆弧的多段线、样条曲线、双向无限长线、射线、圆、圆弧和椭圆。可以在任何时刻平滑连接多段线的每个节点。

【执行方式】

命令：FILLET　　快捷命令：F
菜单：修改→圆角　　工具栏：修改→圆角
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“圆角”按钮

5.4.10　操作实例——沙发

绘制如图 5-39 所示的沙发。

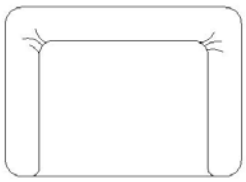


图 5-39　沙发

【绘制步骤】

01 利用“矩形”快捷命令 REC，绘制圆角为 10，第一角点坐标为(20,20)，长和宽分别为 140 和 100 的矩形，作为沙发的外框 0。

02 利用“直线”快捷命令 L，绘制坐标分别为(40,20)、(@0,80)、(@100,0)、(@0,-80)的直线。绘制结果如图 5-40 所示。

03 利用“分解”快捷命令 X、“延伸”快捷命令 EX 和“修剪”快捷命令 TR，绘制沙发的大体轮廓。命令行提示如下。

```
    命令: X↙
    选择对象:（选择外面要倒圆角的矩形）
    选择对象:↙
    命令: EX↙
    当前设置: 投影=UCS, 边=无
    选择边界的边...
    选择对象或 <全部选择>:（选择图 5-41 右下角圆弧）
    选择对象: ↙
    选择要延伸的对象，或按住 Shift 键选择要修剪的对象，或[栏选(F)/
窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]:（选择图 5-41 左端的短水平线）
    选择要延伸的对象，或按住 Shift 键选择要修剪的对象，或[栏选(F)/
窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]: ↙
```

04 利用“圆角”快捷命令 F，选择内部四边形左边和外部矩形下边左端为对象，进行圆角处理，如图 5-41 所示。

```
    命令: F↙
    当前设置: 模式 = 修剪, 半径 = 6.0000
    选择第一个对象或 [放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个
(M)]: r ↙
    指定圆角半径 <6.0000>: 6↙
    选择第一个对象或 [放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个
(M)]: m↙
    选择第一个对象或 [放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个
(M)]:（选择内部四边形左边）
    选择第二个对象，或按住 Shift 键选择对象以应用角点或[半径(R)]:
（选择内部四边形上边）
    选择第一个对象或 [放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个
(M)]:（选择内部四边形右边）
    选择第二个对象，或按住 Shift 键选择对象以应用角点或[半径(R)]:
（选择内部四边形上边）
    选择第一个对象或 [放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个
(M)]: ↙
```

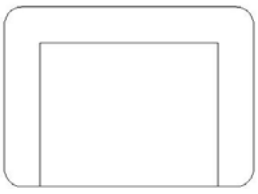


图 5-40 绘制初步轮廓

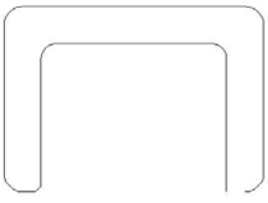


图 5-41 圆角处理

05 利用“圆角”快捷命令 F，选择内部四边形右边和外部矩形下边右端为对象，进行圆角处理。

06 利用“修剪”快捷命令 TR，以刚绘制的圆角圆弧为边界，对内部四边形右边下端进行修剪。绘制结果如图 5-42 所示。

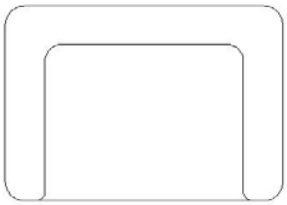


图 5-42　完成倒圆角

07 利用“圆弧”快捷命令 ARC，绘制沙发皱纹。在沙发拐角位置绘制 6 条圆弧，绘制结果如图 5-39 所示。

5.4.11　倒角命令（CHAMFER，CHA）

【执行方式】

命令：CHAMFER　　菜单：修改→倒角
工具栏：修改→倒角
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“倒角”按钮

5.4.12　操作实例——洗菜盆

绘制如图 5-43 所示的洗菜盆。

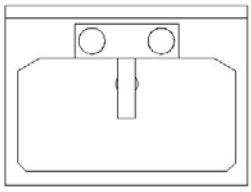


图 5-43　洗菜盆

【绘制步骤】

01 利用“直线”快捷命令 L,可以绘制出初步轮廓，大约尺寸如图 5-44 所示。

02 利用“圆”快捷命令 C，绘制一个圆心大约在图 5-43 中长 240、宽 80 的矩形左中的位置，半径为 35 的圆。

03 利用“复制”快捷命令 CO，选择刚绘制的圆，复制到右边合适的位置，完成旋钮绘制。

04 利用“圆”快捷命令 C，绘制一个圆心大约在图 5-44 中长 139、宽 40 的矩形正中的位置，半径为 25 的圆，绘制出水口圆。

05 利用“修剪”快捷命令 TR，将绘制的出水口圆修剪成如图 5-45 所示图形。

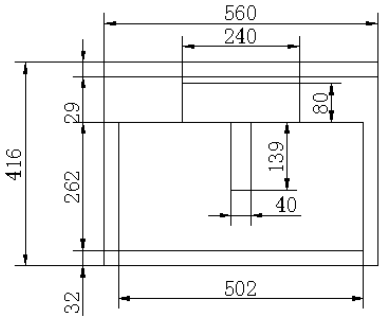


图 5-44　初步轮廓图

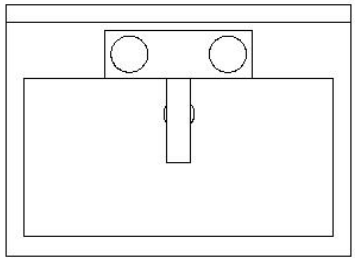


图 5-45　绘制水龙头和出水口圆

06 利用“倒角”快捷命令 CHA，绘制水盆四角。命令行提示如下。

```
    命令:CHA↙
    (“修剪”模式) 当前倒角距离 1 = 0.0000, 距离 2 = 0.0000
    选择第一条直线或 [放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]:D↙
    指定第一个倒角距离 <0.0000>: 50↙
    指定第二个倒角距离 <50.0000>: 30↙
    选择第一条直线或 [放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]: M↙
    选择第一条直线或 [放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]:（选择左上角水平线段）
    选择第二条直线，或按住 Shift 键选择直线以应用角点或 [距离(D)/角度(A)/方法(M)]:（选择右上角竖线段）
    选择第一条直线或 [放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]:（选择左上角水平线段）
    选择第二条直线，或按住 Shift 键选择直线以应用角点或 [距离(D)/角度(A)/方法(M)]: ↙（选择右上角竖线段）
    命令: CHA↙
    (“修剪”模式) 当前倒角距离 1 = 50.0000, 距离 2 = 30.0000
    选择第一条直线或 [放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]:A↙
    指定第一条直线的倒角长度 <20.0000>: ↙
    指定第一条直线的倒角角度 <0>: 45↙
```

```
    选择第一条直线或 [放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]:M↙
    选择第一条直线或 [放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]:（选择左下角水平线段）
    选择第二条直线，或按住 Shift 键选择直线以应用角点或 [距离(D)/角度(A)/方法(M)]:（选择左下角竖线段）
    选择第一条直线或 [放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]:（选择右下角水平线段）
    选择第二条直线，或按住 Shift 键选择直线以应用角点或 [距离(D)/角度(A)/方法(M)]: ↙（选择右下角竖线段）
```

洗菜盆绘制完成，结果如图 5-43 所示。

5.4.13　打断命令（BREAK，BR）

【执行方式】

命令：BREAK　　快捷命令：BR
菜单：修改→打断　　工具栏：修改→打断
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“打断”按钮

5.4.14　操作实例——删除中心线

将图 5-46（a）中过长的中心线删除。

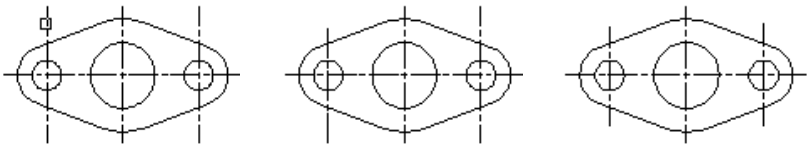
【绘制步骤】

01 利用“打断”快捷命令 BR，执行“打断”命令。

02 按命令行提示选择过长中心线中需要打断的地方，如图 5-46（a）所示。

03 这时被选中的中心线亮显，在中心线的延长线上选择第二点，多余的中心线被删除。结果如图 5-46（b）所示。

04 用相同的方法删除多余中心线，结果如图 5-46（c）所示。



（a）原图　　（b）删除左上角的线　　（c）完成后的效果

图 5-46　打断对象

5.4.15 打断于点

打断于点与打断命令类似，是指在对象上指定一点，从而把对象在此点拆分成两部分。

【执行方式】

工具栏：修改→打断于点
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“打断于点”按钮

【操作提示】

执行此命令后，命令行提示如下。

```
选择对象：（选择要打断的对象）
指定第二个打断点或 [第一点(F)]: _f（系统自动执行“第一点(F)”选项）
指定第一个打断点：（选择打断点）
指定第二个打断点: @（系统自动忽略此提示）
```

5.5 对象特性修改命令

在编辑对象时，还可以对图形对象本身的某些特性进行编辑，从而方便地进行图形绘制。

5.5.1 钳夹功能

利用钳夹功能可以快速方便地编辑对象。AutoCAD 在图形对象上定义了一些特殊点，称为夹持点。利用夹持点可以灵活地控制对象，如图 5-47 所示。

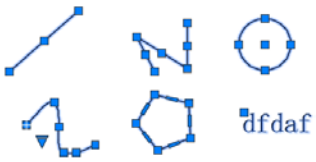


图 5-47 夹持点

要使用钳夹功能编辑对象，必须先打开钳夹功能。打开方法如下。

菜单：工具→选项→选择集

在“选择”选项卡的“夹点”选项组下，勾选“启用夹点”复选框。在该页面上还可以设置代表夹点的小方格的尺寸和颜色。

打开钳夹功能后，应该在编辑对象之前先选择对象。夹点表示对象的控制位置。

使用夹点编辑对象，要选择一个夹点作为基点，称为基准夹点。然后选择一种编辑操作，如镜像、移动、旋转、拉伸和缩放。可以用空格键、Enter 键或在键盘上输入相关编辑操作的快捷命令循环选择这些功能。

5.5.2　“特性”选项板（Ctrl+1）

【执行方式】

命令：DDMODIFY 或 PROPERTIES　　菜单：修改→特性
工具栏：标准→特性　　快捷键：Ctrl+1
功能区：单击“默认”选项卡“特性”面板中的“对话框启动器”按钮

【操作提示】

按 Ctrl+1 快捷键，系统打开“特性”选项板，如图 5-48 所示。利用它可以方便地设置或修改对象的各种属性。



图 5-48　“特性”选项板

5.5.3 特性匹配（MATCHPROP，MA）

利用特性匹配功能可以将目标对象的属性与源对象的属性进行匹配，使目标对象变为与源对象相同。利用特性匹配功能可以方便快捷地修改对象属性，并保持不同对象的属性相同。

【执行方式】

命令：MATCHPROP　　快捷命令：MA
菜单：修改→特性匹配

【操作提示】

```
命令: MATCHPROP↙
选择源对象:（选择源对象）
选择目标对象或 [设置(S)]:（选择目标对象）
```

图 5-49（a）为两个不同属性的对象，以左边的圆为源对象，对右边的矩形进行属性匹配，结果如图 5-49（b）所示。



（a）原图　　（b）结果

图 5-49　特性匹配

5.6 删除及恢复命令

这一类命令主要用于删除图形的某一部分或对已删除的部分进行恢复，包括删除、回退、重做、清除等命令。

5.6.1 删除命令（ERASE，E）

如果所绘制的图形不符合要求或不小心绘错了图形，可以使用删除命令 ERASE 把它删除。

【执行方式】

命令：ERASE　　快捷命令：E
菜单：修改→删除　　快捷菜单：删除
工具栏：修改→删除
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“删除”按钮

执行上述命令后，选中对象被删除。可以先选择对象，后调用删除命令；也可以先调用删除命令，后选择对象。

5.6.2　恢复命令（OOPS，U）

若不小心误删除了图形，可以使用恢复命令 OOPS 恢复误删除的对象。

【执行方式】

命令：OOPS　　快捷命令：U
工具栏：标准→放弃　　快捷键：Ctrl+Z

5.6.3　清除命令（Del 键）

此命令与删除命令的功能完全相同，在此不再赘述。

【执行方式】

菜单：编辑→删除　　快捷键：Del

5.7　综合实例——绘制燃气灶

本实例绘制的燃气灶如图 5-50 所示。

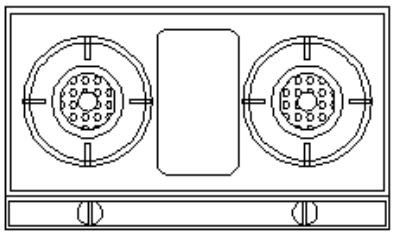


图 5-50　燃气灶

【绘制步骤】

01 绘制轮廓线

（1）利用“矩形”快捷命令 REC，绘制端点坐标为(0,0)、(700,400)的矩形。

（2）利用“矩形”快捷命令 REC，绘制另外 3 个矩形，端点坐标分别为{(8,8),(692,52)}、{(9.6,70),(689.8,388.5)}和{(276.4,99),(424.6,360)}。

（3）利用“直线”快捷命令 L，绘制端点坐标为(0,60)、(@700,0)的直线。绘制结果如图 5-51 所示。

02 圆角处理

利用“圆角”快捷命令 F，对上面绘制的最后一个矩形进行圆角处理，圆角半径为 20，如图 5-52 所示。

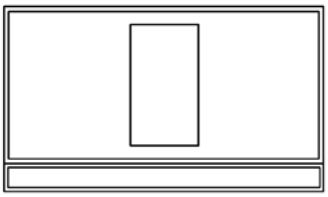


图 5-51 绘制轮廓线

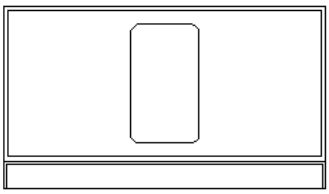


图 5-52 矩形圆角处理

03 绘制灶头

（1）利用“圆”快捷命令 C，绘制圆心坐标为（150，230），半径为 17 的圆。

（2）利用“圆”快捷命令 C，绘制圆心坐标为（150, 230），半径分别为 50、65、106、117 的同心圆。绘制结果如图 5-53 所示。

04 绘制矩形

利用“矩形”快捷命令 REC，绘制角点为(146, 346)、(@8, -40）的矩形。绘制结果如图 5-54 所示。

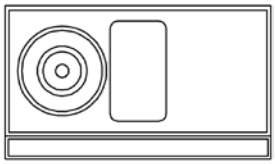


图 5-53　绘制圆

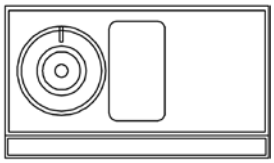


图 5-54　绘制矩形

05 阵列矩形

利用“环形阵列”命令，设置阵列中心为 (150, 230)，“项目数”为 4，“填充角度”为 360，将绘制的矩形进行阵列，结果如图 5-55 所示。

06 绘制正六边形

利用“多边形”快捷命令 POL，绘制中心点坐标为 (100, 180)，内接半径为 6 的圆的正六边形。绘制结果如图 5-56 所示。

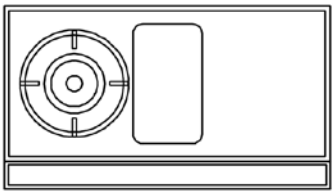


图 5-55　阵列矩形

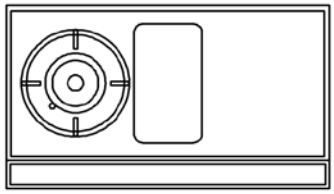


图 5-56　绘制正六边形

07 阵列正六边形

利用“矩形阵列”命令，设置“行数”为 6，“列数”为 6，“行偏移”为 22，“列偏移”为 22，将绘制的正六边形进行阵列。绘制结果如图 5-57 所示。

08 删除与修剪

利用“修剪”快捷命令 TR，对图 5-56 进行修改，绘制结果如图 5-58 所示。

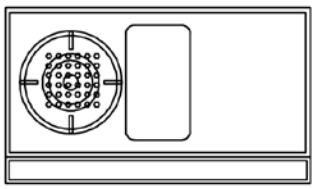


图 5-57　阵列正六边形

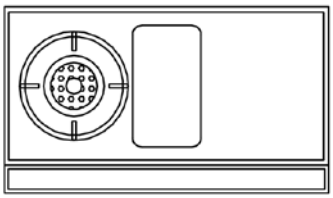


图 5-58　删除与修剪处理

09 绘制旋钮

（1）利用“圆”快捷命令 C，绘制圆心坐标为（154, 30），半径为 22 的圆。

（2）利用“矩形”快捷命令 REC，绘制角点坐标为（150, 8）、（158, 52）的矩形。绘制结果如图 5-59 所示。

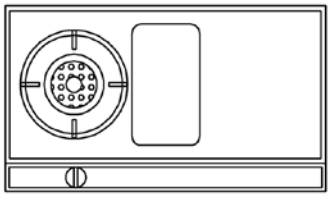


图 5-59　绘制旋钮

10 镜像处理

利用“镜像”快捷命令 MI，将灶头与旋钮镜像到右边，两镜像点的坐标分别为（350, 0）、（350, 10）。绘制结果如图 5-50 所示。

第6章

文本与表格

文字注释是图形中很重要的一部分内容。进行各种设计时，通常不仅要绘出图形，还要在图形中标注一些文字，如技术要求、注释说明等，对图形对象加以解释。AutoCAD 提供了多种写入文字的方法，本章将介绍文本的注释和编辑功能。图表在 AutoCAD 图形中也有大量应用，如明细表、参数表和标题栏等。

6.1 文字样式（STYLE，ST）

所有 AutoCAD 图形中的文字都有与其相对应的文字样式。当输入文字对象时，AutoCAD 使用当前设置的文字样式。文字样式是用来控制文字基本形状的一组设置。

【执行方式】

命令：STYLE 或 DDSTYLE　　快捷命令：ST

菜单：格式→文字样式　　工具栏：文字→文字样式

功能区：单击“默认”选项卡“注释”面板中的“文字样式”按钮（如图 6-1 所示）或单击“注释”选项卡“文字”面板上的“文字样式”下拉菜单中的“管理文字样式”按钮（如图 6-2 所示）或单击“注释”选项卡“文字”面板中“对话框启动器”按钮



图 6-1　“注释”面板



图 6-2 “文字”面板

【操作提示】

命令：ST↙

在命令行中输入 STYLE 或 DDSTYLE 命令，或在“格式”菜单中选择“文字样式”命令，AutoCAD 将打开“文字样式”对话框，如图 6-3 所示。



图 6-3 “文字样式”对话框

该对话框主要用于命名新样式名或对已有样式进行相关操作。单击“新建”按钮，AutoCAD 打开如图 6-4 所示的“新建文字样式”对话框。在此对话框中可以为新建的样式输入名字。在“样式”列表框中选中要编辑的文本样式。在“文字样式”对话框的“效果”选项组中可以为一种字体设置不同的效果，图 6-5 所示为设置的同种字体的不同文字样式。

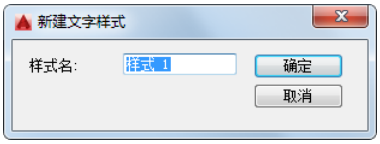


图 6-4 “新建文字样式”对话框

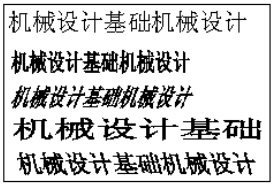


图 6-5 同一字体的不同样式

6.2 文本标注

在制图过程中文字传递了很多设计信息，它可能是一个很长、很复杂的说明，也可能是一个简短的文字信息。当需要标注的文本不太长时，可以利用 TEXT 命令创建单行文本。当需要标注很长、很复杂的文字信息时，用户可以用 MTEXT 命令创建多行文本。

6.2.1　单行文本标注（TEXT）

【执行方式】

命令：TEXT　　菜单：绘图→文字→单行文字

工具栏：文字→单行文字

功能区：单击“默认”选项卡“注释”面板中的“单行文字”按钮或单击“注释”选项卡“文字”面板中的“单行文字”按钮

【操作提示】

```
命令: TEXT↙
```

选择相应的菜单命令或在命令行中输入 TEXT 命令后按 Enter 键，AutoCAD 将给出以下提示。

```
当前文字样式:  “Standard”  文字高度:  2.5000  注释性:  否
对正:  左
指定文字的起点或 [对正(J)/样式(S)]:
```

在上面的提示下输入 J，用来确定文本的对齐方式。对齐方式决定文本的哪一部分与所选的插入点对齐。执行此选项时，AutoCAD 将给出以下提示。

```
输入选项 [左(L)/居中(C)/右(R)/对齐(A)/中间(M)/布满(F)/左上(TL)/中上(TC)/右上(TR)/左中(ML)/正中(MC)/右中(MR)/左下(BL)/中下(BC)/右下(BR)]:
```

在此提示下选择一个选项作为文本的对齐方式。当文本串水平排列时，AutoCAD 为标注文本串定义了如图 6-6 所示的顶线、中线、基线和底线。各种对齐方式如图 6-7 所示，图中大写字母对应上述提示中各

命令。

图 6-6　行底线、基线、中线和顶线

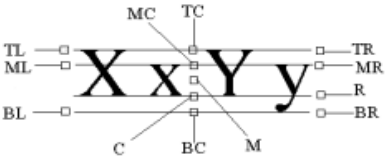


图 6-7　文本的对齐方式

实际绘图时，有时需要标注一些特殊字符，如直径符号、上画线或下画线、温度符号等。由于这些符号不能直接从键盘上输入，所以 AutoCAD 提供了一些控制码，用来实现这些要求。控制码用两个百分号（%%）加一个字符构成，常用的控制码如表 6-1 所示。

表 6-1　AutoCAD 常用控制码

符　　号	功　　能
%%O	上画线
%%U	下画线
%%D	“度”符号
%%P	正负符号
%%C	直径符号
%%%	百分号%
\u+2248	几乎相等
\u+2220	角度
\u+E100	边界线
\u+2104	中心线
\u+0394	差值
\u+0278	电相位
\u+E101	流线
\u+2261	标识
符号	功能
\u+E102	界碑线
\u+2260	不相等

续表

符　　号	功　　能
\u+2126	欧姆
\u+03A9	欧米加
\u+214A	低界线
\u+2082	下标 2
\u+00B2	上标 2

例如，在“Text:”提示后输入“I want to %%U go to Beijing%%U.”，则得到如图 6-8（a）所示的文本行；输入“50%%D+%%C75%%P12”，则得到如图 6-8（b）所示的文本行。

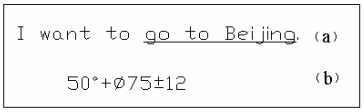


图 6-8　文本行

用 TEXT 命令可以创建一个或若干个单行文本，也就是说用此命令可以标注多行文本。

6.2.2　多行文本标注（MTEXT，T）

【执行方式】

命令行：MTEXT　　菜单：绘图→文字→多行文字
快捷命令：T　　工具栏：绘图(或文字）→多行文字 A
功能区：单击“默认”选项卡“注释”面板中的“多行文字”按钮 A 或单击“注释”选项卡“文字”面板中的“多行文字”按钮 A

【操作提示】

```
命令:T↙
当前文字样式: "Standard"  文字高度:  2.5  注释性:  否
指定第一角点: (指定矩形框的第一个角点)
指定对角点或 [高度(H)/对正(J)/行距(L)/旋转(R)/样式(S)/宽度(W)/栏(C)]:
```

在创建多行文本时，只要给定了文本行的起始点和宽度后，

AutoCAD 就会打开“文字编辑器”选项卡，如图 6-9 所示。

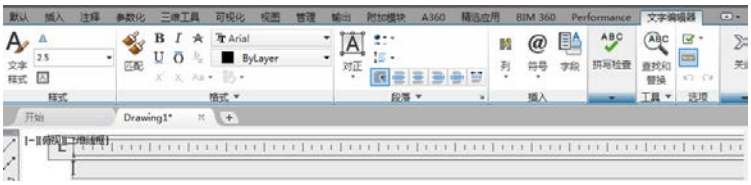
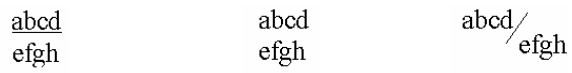


图 6-9 “文字编辑器”选项卡

- “堆叠”按钮：该按钮为层叠/非层叠文本按钮，用于层叠所选的文本，也就是创建分数形式。当文本中某处出现“/”、“^”和“#”这 3 种层叠符号之一时可层叠文本。方法是选中需层叠的文字，然后单击此按钮，则符号左边文字作为分子，右边文字作为分母。AutoCAD 提供了 3 种分数形式，如选中“abcd/efgh”后单击此按钮，将得到如图 6-10（a）所示的分数形式；如果选中“abcd^efgh”后单击此按钮，则将得到图 6-10（b）所示的形式，此形式多用于标注极限偏差；如果选中“abcd # efgh”后单击此按钮，则创建斜排的分数形式，如图 6-10（c）所示。如果选中已经层叠的文本对象后单击此按钮，则恢复到非层叠形式。



（a）形式一　　（b）形式二　　（c）形式三

图 6-10 文本层叠

- “上标”按钮：将选定文字转换为上标，即在输入线的上方设置稍小的文字。
- “下标”按钮：将选定文字转换为下标，即在输入线的下方设置稍小的文字。
- “清除格式”下拉列表：删除选定字符的字符格式，或删除选定段落的段落格式，又或删除选定段落中的所有格式。

① 关闭：如果选择此选项，将从应用了列表格式的选定文字中删除字母、数字和项目符号。不更改缩进状态。

② 以数字标记：应用将带有句点的数字用于列表中的项的列表格式。

③ 以字母标记：应用将带有句点的字母用于列表中的项的列表格式。如果列表含有的项多于字母中含有的字母，可以使用双字母继续序列。

④ 以项目符号标记：应用将项目符号用于列表中的项的列表格式。

⑤ 启动：在列表格式中启动新的字母或数字序列。如果选定的项位于列表中间，则选定项下面的未选中的项也将成为新列表的一部分。

⑥ 继续：将选定的段落添加到上面最后一个列表然后继续序列。如果选择了列表项而非段落，选定项下面的未选中的项将继续序列。

⑦ 允许自动项目符号和编号：在输入时应用列表格式。以下字符可以用作字母和数字后的标点，但并不能用作项目符号；句点(.)、逗号(,)、右括号())、右角括号(>)、右方括号(])和右花括号(})。

♦ “符号”按钮 @ ：用于输入各种符号。单击该按钮，系统打开符号列表，如图 6-11 所示。用户可以从中选择符号输入到文本中。



图 6-11　符号列表

6.3 文本编辑（DDEDIT，ED）

【执行方式】

命令行：DDEDIT　　快捷命令：ED
菜单：“修改”→“对象”→“文字”→“编辑”
工具栏：文字→编辑
快捷菜单：修改多行文字 或 编辑文字

执行上述命令后就可以编辑对应的文本。

6.4 表格

利用“表格”绘图功能，创建表格就变得非常容易。用户可以直接插入设置好样式的表格，而不用绘制由单独的图线组成的栅格。

6.4.1 表格样式（TABLESTYLE，TS）

【执行方式】

命令行：TABLESTYLE　　快捷命令：TS
菜单：格式→表格样式　　工具栏：样式→表格样式管理器
功能区：单击“默认”选项卡“注释”面板中的“表格样式”按钮（如图 6-12 所示）或单击“注释”选项卡“表格”面板上的“表格样式”下拉菜单中的“管理表格样式”按钮（如图 6-13 所示）或单击“注释”选项卡“表格”面板中“对话框启动器”按钮

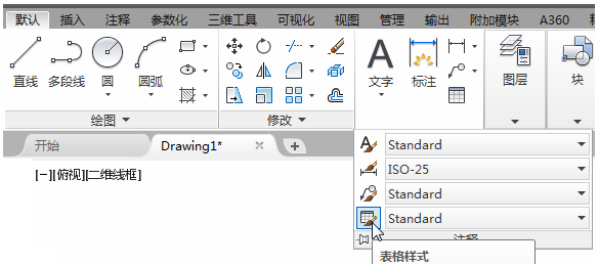


图 6-12　“注释”面板

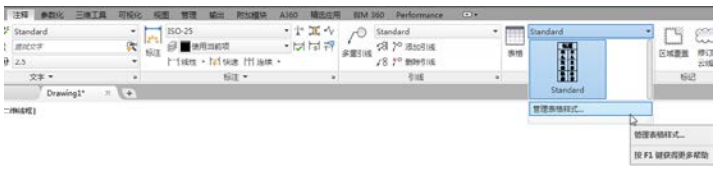


图 6-13　“表格”面板

【操作提示】

命令：TS↙

执行此命令后，系统打开“表格样式”对话框，如图 6-14 所示。

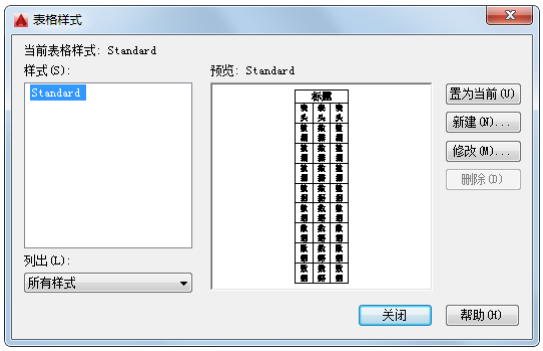


图 6-14　“表格样式”对话框

单击“新建”按钮，系统打开“创建新的表格样式”对话框，如图 6-15 所示。输入新的表格样式名后，单击“继续”按钮，系统打开“新建表格样式：Standard 副本”对话框，如图 6-16 所示，从中可以定义新的表格样式。

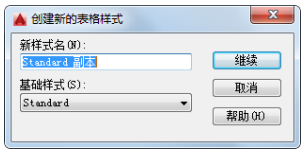


图 6-15“创建新的表格样式”对话框

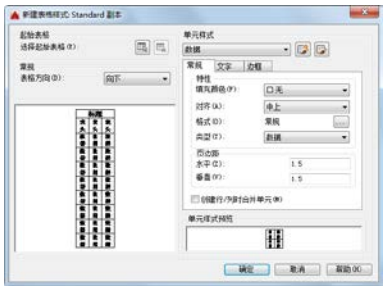


图 6-16　“新建表格样式：Standard 副本”对话框

6.4.2 表格绘制（TABLE，TB）

在设置好表格样式后，可以利用 TABLE 命令创建表格。

【执行方式】

命令：TABLE　　快捷命令：TB
菜单：绘图→表格　　工具栏：绘图→表格
功能区：单击“默认”选项卡“注释”面板中的“表格”按钮或单击“注释”选项卡“表格”面板中的“表格”按钮。

【操作提示】

命令：TB↙

执行此命令后，系统打开“插入表格”对话框，如图 6-17 所示。

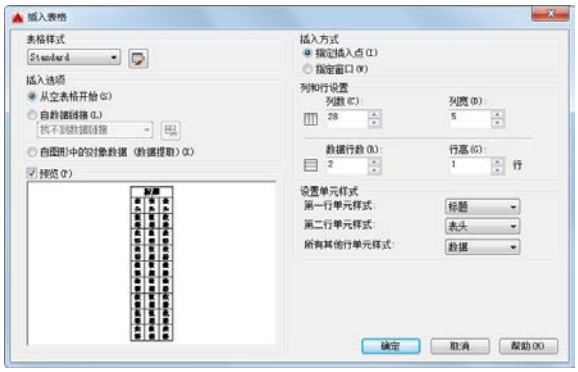


图 6-17　“插入表格”对话框

在“插入表格”对话框中进行相应设置后，单击“确定”按钮，系统在指定的插入点或窗口自动插入一个空表格，并显示“文字编辑器”选项卡和多行文字编辑器，用户可以逐行逐列输入相应的文字或数据，如图 6-18 所示。

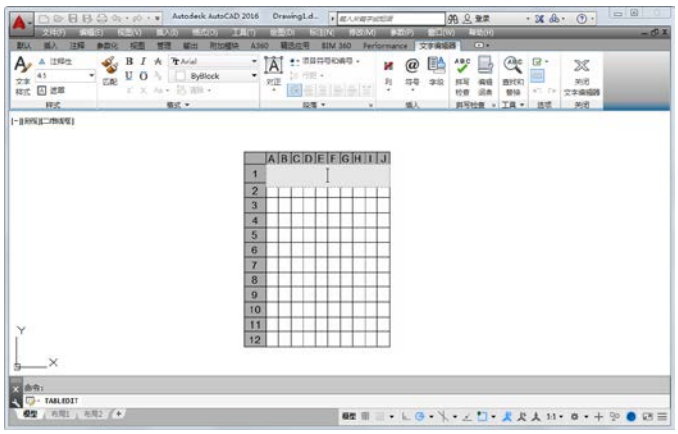


图 6-18　“文字编辑器”选项卡和多行文字编辑器

提示

在插入的表格中选择某一个单元格，单击后会出现钳夹点，通过移动钳夹点可以改变单元格的大小，如图 6-19 所示。

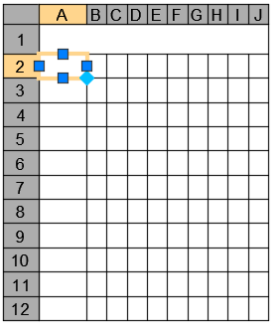


图 6-19　改变单元格大小

6.4.3　表格编辑（TABLEDIT）

【执行方式】

命令：TABLEDIT　　快捷菜单：编辑文字
定点设备：在表单元内双击

【操作提示】

命令：TABLEDIT↙

执行此命令后，系统将打开多行文字编辑器，在其中用户可以对指定表格单元中的文字进行编辑。

6.4.4 操作实例——明细表

绘制如图 6-20 所示的明细表。

明 细 表				
3	端盖	1	HT150	
2	调整垫片	2组	08F	
1	减速器箱体	1	HT200	
序号	名称	数量	材料	备注

图 6-20 明细表

【绘制步骤】

01 定义表格样式

(1) 执行“表格样式”快捷命令 TS，系统打开“表格样式”对话框，如图 6-21 所示。

(2) 单击“新建”按钮，系统打开“创建新的表格样式”对话框，如图 6-22 所示。

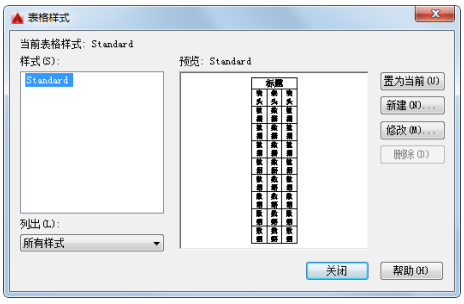


图 6-21 “表格样式”对话框

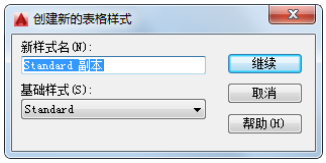


图 6-22 “创建新的表格样式”对话框

（3）输入新的表格名称后，单击“继续”按钮，系统打开“新建表格样式：Standard 副本”对话框，如图 6-23 所示。从中可以定义新的表样式。创建好表格样式后，依次单击“确定”和“关闭”按钮，退出两个对话框。

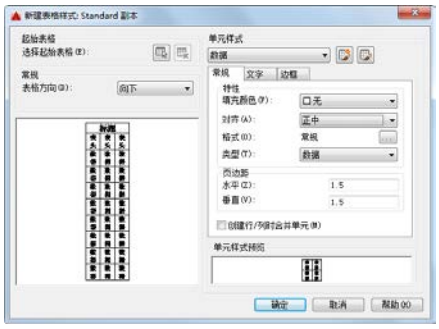


图 6-23　“新建表格样式：Standard 副本”对话框

02 创建表格

设置好表格样式后，可以用 TABLE 命令创建表格。

命令：TB↙

执行此命令后，系统打开“插入表格”对话框，具体设置如图 6-24 所示。

单击“确定”按钮，系统在指定的插入点或窗口自动插入一个空表格，并显示“文字编辑器”选项卡和多行文字编辑器，如图 6-25 所示，选中单元格，单击右键，在弹出的快捷菜单中选择“特性”命令，打开“特性”对话框，调整单元格的宽度和高度，最后用户可以根据需要逐行逐列输入相应的内容。

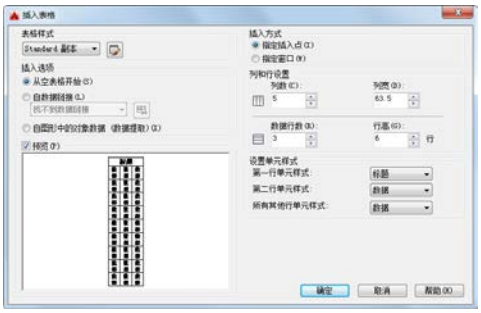


图 6-24　“插入表格”对话框

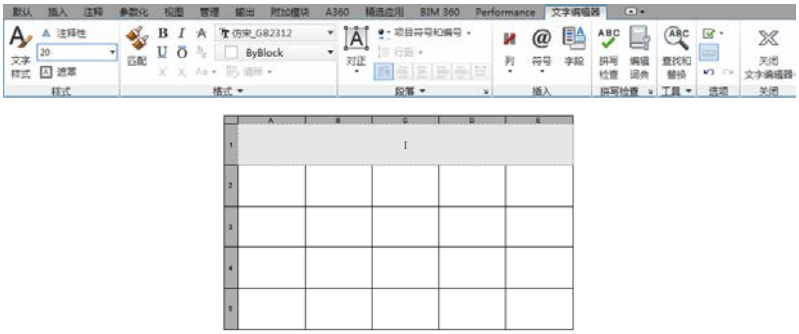


图 6-25　“文字编辑器”选项卡和多行文字编辑器

04 表格文字编辑

当编辑完成的表格有需要修改的地方时，可用表格文字编辑命令来完成（也可在要修改的表格上单击右键，再在快捷菜单中选择“编辑文字”命令，如图 6-26 所示，同样可以达到修改文本的目的）。

```
命令: _tabledit
拾取表格单元:（鼠标点取需要修改文本的表格单元）
```

此时多行文字编辑器会再次出现，在其中用户可以进行修改，如图 6-27 所示。



图 6-26　快捷菜单



	A	B	C	D	E
1	明 细 表				
2	3	端盖	1	HT150	
3	2	调整垫片	2组	08F	
4	1	减速器箱体	1	HT200	
5	序号	名称	数量	材料	备注

图 6-27　编辑文字

最后完成的明细表如图 6-20 所示。

6.5 综合实例——建筑样板图

如图 6-28 所示，样板图是一种预先设定的标准规范图形，可以作为通用模板在绘图前调入，其中绘制了一些标准性的图线或格式。这种图形可以提高绘图效率，有利于绘图的规范性。

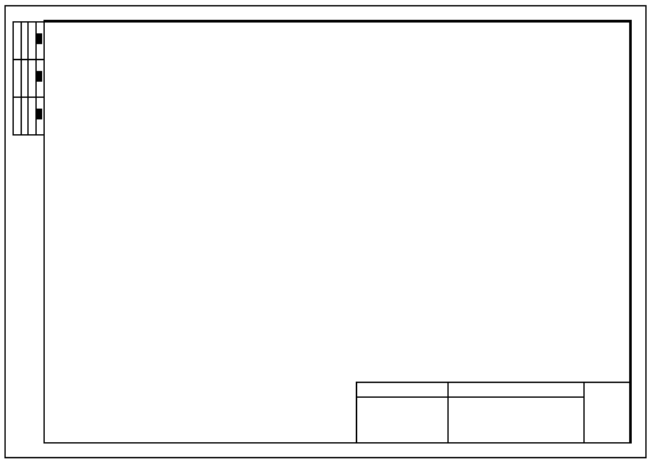


图 6-28　建筑样板图

【绘制步骤】

01 绘制标题栏

标题栏的具体大小和样式举例如图 6-29 所示，标题栏也简称“图标”。



图 6-29　标题栏示意图

利用“矩形”快捷命令 REC、“分解”快捷命令 X、“偏移”快捷命令 O 和“修剪”快捷命令 TR，绘制出标题栏，如图 6-30 所示。

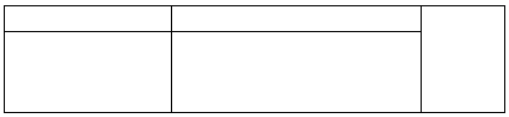


图 6-30　标题栏绘制结果

02 绘制会签栏

会签栏的具体大小和样式如图 6-31 所示。

同样利用“矩形”快捷命令 REC、“分解”快捷命令 X、“偏移”快捷命令 O 等绘制出会签栏，结果如图 6-32 所示。

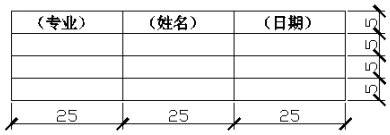


图 6-31　会签栏示意图

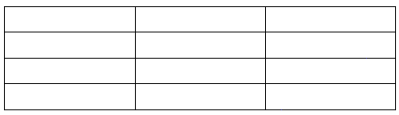


图 6-32　会签栏的绘制结果

03 新建一个图形文件

利用“矩形”快捷命令 REC，绘制一个 420×297（A3 图纸大小）的矩形，作为图纸范围。

04 绘制边框

（1）利用“分解”快捷命令 X，把矩形分解。利用“偏移”快捷命令 O，让左边的直线往右偏移 25 个单位，如图 6-33 所示。

（2）利用“偏移”快捷命令 O，让矩形其他的 3 条边往里偏移 10 个单位，如图 6-34 所示。

（3）利用“多段线”快捷命令 PL，按照偏移线绘制如图 6-35 所示的多段线作为图框，注意设置线宽为 0.3。然后利用“删除”快捷命令 E，删除偏移线条。



图 6-33　绘制矩形和偏移操作



图 6-34　偏移操作结果

05 粘贴标题栏与会签栏

使用 AutoCAD 程序打开前面保存的标题栏文件，利用“带基点复制”快捷键 Ctrl+Shift+C，选择标题栏的右下角点作为基点，复制标题栏图形。然后返回到原来图形中，利用“粘贴”快捷键 Ctrl+V，选择图框右下角点作为基点进行粘贴。粘贴结果如图 6-36 所示。



图 6-35　绘制多段线

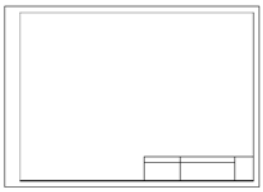


图 6-36　粘贴标题栏

使用 AutoCAD 程序打开前面保存的会签栏文件，利用“带基点复制”快捷键 Ctrl+Shift+C，选择会签栏的右下角点作为基点，复制会签栏图形。然后返回到原来图形中，利用“粘贴”快捷键 Ctrl+V，找个空白处粘贴会签栏，结果如图 6-37 所示。

06 字标注

（1）执行“文字样式”快捷命令 ST，AutoCAD 打开“文字样式”对话框，单击“新建”按钮，系统打开“新建文字样式”对话框，接受默认的“样

式 1”文字样式名，确认退出。系统回到“文字样式”对话框，在“字体名”下拉列表框中选择“仿宋_GB2312”选项；在“宽度因子”文本框中将宽度比例设置为 0.7；将文字高度设置为 2.5mm。单击“应用”按钮，然后再单击“关闭”按钮。

（2）利用“多行文字”快捷命令 T，命令行提示与操作如下。

```
命令: _mtext
当前文字样式:“样式 1” 当前文字高度: 2.5 注释性: 否
指定第一角点: (指定一点)
指定对角点或 [高度(H)/对正(J)/行距(L)/旋转(R)/样式(S)/宽度(W)/栏(C)]: (指定一点)
```

系统打开多行文字编辑器，选择颜色为黑色，输入文字“专业”，确认退出。

（3）利用“移动”快捷命令 M,将标注的文字“专业”移动到表格合适位置；利用“复制”命令将标注的文字“专业”复制到另两个单元格中，如图 6-38 所示。

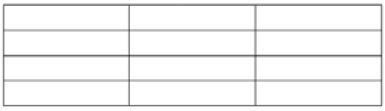


图 6-37 粘贴会签栏

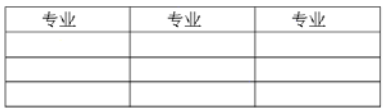


图 6-38 绘制文字说明

（4）使用鼠标双击要修改的文字，然后在弹出的多行文字编辑器中把它们修改为“姓名”和“日期”，结果如图 6-39 所示。

07 调整位置

利用“旋转”快捷命令 RO，将会签栏旋转-90°，得到竖放的会签栏，结果如图 6-40 所示。

专业	姓名	日期

图 6-39　修改文字



图 6-40　竖放的会签栏

利用“移动”快捷命令 M，将会签栏移动到图纸左上角，结果如图 6-28 所示。这就得到了一个样板图形，它带有自己的标题栏和会签栏。

08 图形保存

利用“另存为”快捷键 Ctrl+Shift+S，则系统弹出“图形另存为”对话框，如图 6-41 所示。在“文件类型”下拉列表框中选择“AutoCAD 图形样板 (*.dwt)”格式，输入文件名，图形保存为 DWT 格式文件。

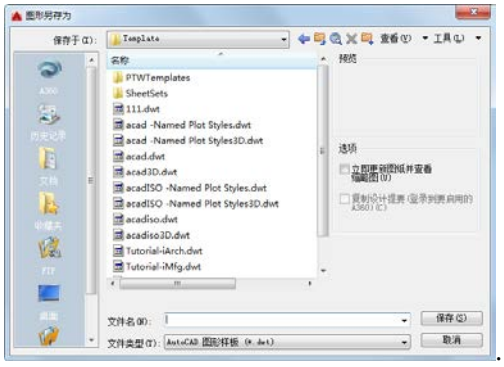


图 6-41　“图形另存为”对话框

第7章

尺寸标注

尺寸标注是绘图设计过程中相当重要的一个环节。因为图形的主要作用是表达物体的形状，而物体各部分的真实大小和各部分之间的确切位置只能通过尺寸标注来表达。因此，没有正确的尺寸标注，绘制出的图纸对于加工制造就没什么意义。

7.1 标注样式（DIMSTYLE，D）

组成尺寸标注的尺寸界线、尺寸线、尺寸文本及箭头等可以采用多种多样的形式。用户可以利用“标注样式管理器”对话框方便地设置自己需要的尺寸标注样式。

【执行方式】

命令：DIMSTYLE　　快捷命令：D
菜单：格式→标注样式 或 标注→标注样式
工具栏：标注→标注样式
功能区：单击“默认”选项卡“注释”面板中的“标注样式”按钮，或单击“注释”选项卡“标注”面板上的“标注样式”下拉菜单中的“管理标注样式”按钮，或单击“注释”选项卡“标注”面板中“对话框启动器”按钮

【操作提示】

命令：D↙

执行此命令后，系统打开“标注样式管理器”对话框，如图 7-1 所示。利用此对话框可方便直观地定制和浏览尺寸标注样式，包括产生新

的标注样式、修改已存在的样式、设置当前尺寸标注样式、样式重命名以及删除一个已有样式等。

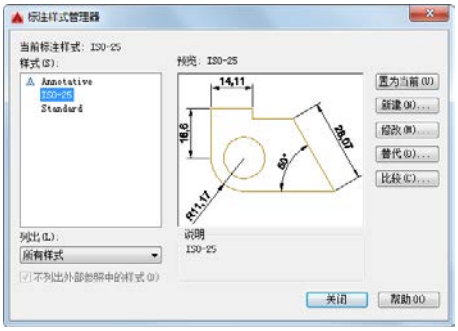


图 7-1　“标注样式管理器”对话框

单击“新建”按钮，系统打开“创建新标注样式”对话框，如图 7-2 所示。输入和设置相关选项后，单击“继续”按钮，打开“新建标注样式：副本 ISO-25”对话框，如图 7-3 所示。在该对话框中可以设置尺寸标注样式的各个参数。

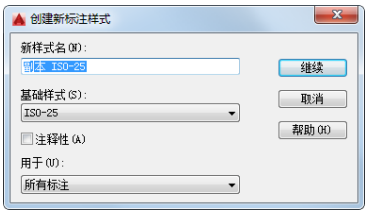


图 7-2　“创建新标注样式”对话框

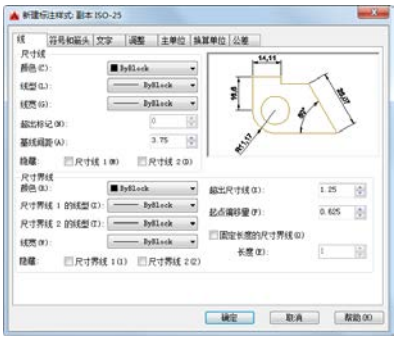


图 7-3　“新建标注样式：副本 ISO-25”对话框

下面着重讲述几个重要参数的设置方法。

- 在“文字”选项卡（见图 7-4）“文字位置”选项组的“垂直”下拉列表框中有 5 种对齐方式，如图 7-5 所示。



图 7-4　“文字”选项卡

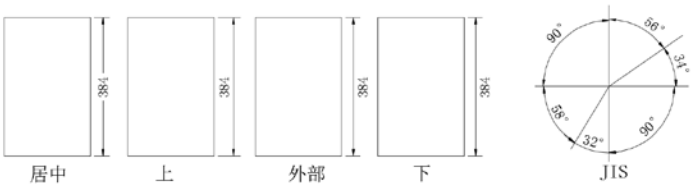


图 7-5　尺寸文本在垂直方向的放置

♦ 在“主单位”选项卡的“小数分隔符”下拉列表框中可以确定十进制单位（Decimal）的分隔符，如图 7-6 所示。AutoCAD 提供了 3 种形式：句点(.)、逗点(,)和空格。系统默认是“逗点”，但正常情况下应该是句点。这里需要事先设置一下，一般读者容易忽略这个问题。



图 7-6　“主单位”选项卡

♦ “调整”选项卡的“文字位置”选项组用于调整文字位置，如图 7-7 所示。示例如图 7-8 所示。

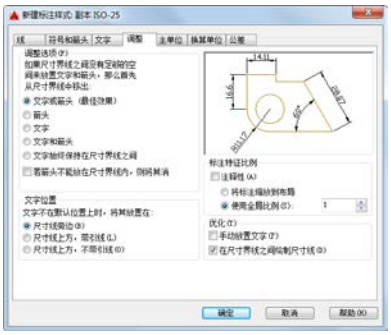


图 7-7　“调整”选项卡

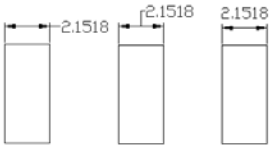


图 7-8　尺寸文本的位置

♦ “公差”选项卡的“方式”下拉列表框用于设置公差的样式，如图 7-9 所示。示例如图 7-10 所示。

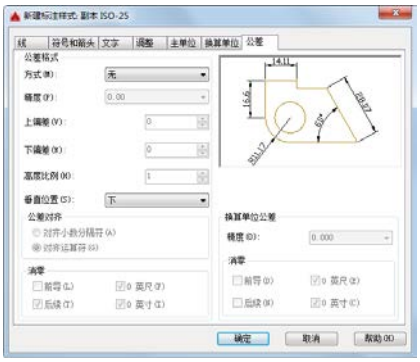
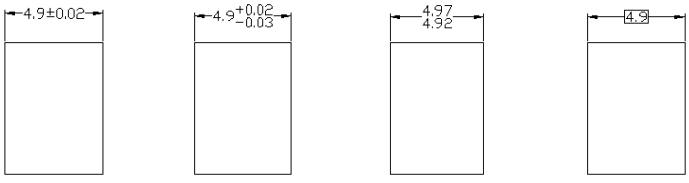


图 7-9　“公差”选项卡



对称　　极限偏差　　极限尺寸　　基本尺寸

图 7-10　公差标注的样式

7.2 标注尺寸

正确地进行尺寸标注是设计绘图工作中非常重要的一个环节。AutoCAD 提供了方便快捷的尺寸标注方法，可通过执行命令实现，也可利用菜单、工具栏或功能区实现。尺寸标注的菜单执行方式集中在“标注”菜单中，如图 7-11 所示。工具栏执行方式集中在“标注”工具栏中，如图 7-12 所示。功能区执行方式集中在“注释”选项卡“标注”面板中，如图 7-13 所示。



图 7-11 “标注”菜单



图 7-12 “标注”工具栏

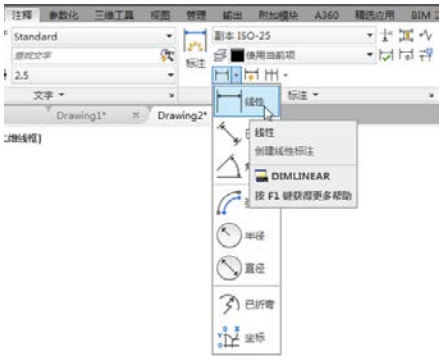


图 7-13 “标注”面板

标注命令及其快捷命令如表 7-1 所示。

表 7-1　快捷标注命令

命令名	命　　令	快捷命令
线性标注	DIMLINEAR	DLI
对齐标注	DIMALIGNED	DAL
坐标标注	DIMORDINATE	DOR
直径标注	DIMDIAMETER	DDI
半径标注	DIMRADIUS	DRA
角度标注	DIMANGULAR	DNA
弧长标注	DIMARC	DAR
折弯标注	DIMJOGGED	DJO
圆心标记	DIMCENTER	DCE
基线标注	DIMBASELINE	DBA
连续标注	DIMCONTINUE	DCO
快速标注	QDIM	—
标注间距	DIMSPACE	—
标注打断	DIMBREAK	—
折弯线性	DIMJOGLINE	DJL
标注检验	DIMINSPECT	
尺寸编辑	DIMEDIT	DED

7.2.1　操作实例——标注阶梯形

标注如图 7-14 所示的梯形。

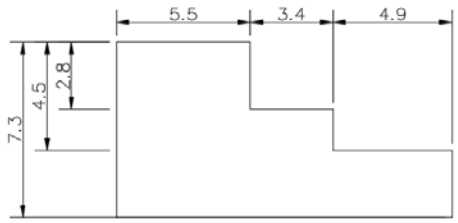


图 7-14　标注阶梯形

【绘制步骤】

01 利用之前学过的绘图命令与编辑命令绘制图形，如图 7-15 所示。

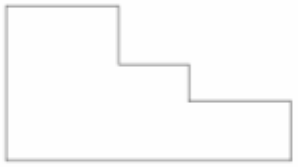


图 7-15 基本图形

02 标注垂直尺寸。

```
命令: dimdli↙
输入 DIMDLI 的新值 <0.5000>: 1（调整基准标注尺寸间隙）
命令: dimlinear
指定第一条尺寸界线原点或 <选择对象>:（捕捉尺寸界线原点）
指定第二条尺寸界线原点:（捕捉尺寸界线原点）
指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/水平(H)/垂直(V)/旋转(R)]:（指定尺寸线位置）
标注文字 =2.8
命令: dimbaseline
指定第二条尺寸界线原点或 [放弃(U)/选择(S)] <选择>:（指定第二条尺寸界线原点）
标注文字 =4.5
指定第二条尺寸界线原点或 [放弃(U)/选择(S)] <选择>:（指定第二条尺寸界线原点）
标注文字 =7.3
指定第二条尺寸界线原点或 [放弃(U)/选择(S)] <选择>: ↙
```

03 标注水平尺寸。

```
命令: dimlinear
指定第一条尺寸界线原点或 <选择对象>:（捕捉尺寸界线原点）
指定第二条尺寸界线原点:（捕捉尺寸界线原点）
指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/水平(H)/垂直(V)/旋转(R)]:（指定尺寸线位置）
标注文字 =5.5
命令: dimcontinue
指定第二条尺寸界线原点或 [放弃(U)/选择(S)] <选择>:（指定第二条尺寸界线原点）
标注文字 =3.4
指定第二条尺寸界线原点或 [放弃(U)/选择(S)] <选择>:（指定第二条尺寸界线原点）
```

```
    标注文字 =4.9
    指定第二条尺寸界线原点或 [放弃(U)/选择(S)] <选择>:（指定第二条尺寸界线原点）
```

最终结果如图 7-14 所示。

7.2.2　操作实例——标注曲柄尺寸

标注如图 7-16 所示的曲柄尺寸。

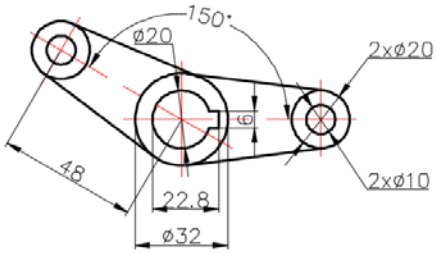


图 7-16　曲柄

【绘制步骤】

01 打开源文件/第 7 章/曲柄.dwg。

02 设置绘图环境，即根据图 7-16 中的标注样式，分别进行线性、角度、直径标注样式的设置。执行“标注样式”快捷命令 D，弹出“标注样式管理器”对话框。单击“新建”按钮，在弹出的“创建新标注样式”对话框的“新样式名”文本框中输入“机械制图”，单击“继续”按钮，弹出“新建标注样式：机械制图”对话框。在“符号和箭头”选项卡中将箭头大小设置为 5，在“文字”选项卡中将文字高度设置为 5，其他选项按默认设置。设置完成后，返回“标注样式管理器”对话框，单击“置为当前”按钮，将“机械制图”标注样式设置为当前标注样式。

03 利用“线性”标注快捷命令 DLI，标注曲柄中的线性尺寸。捕捉Φ32 圆与水平中心线的左交点，作为第一条尺寸界线的起点；捕捉Φ32 圆与水平中心线的右交点，作为第二条尺寸界线的起点，输入文字Φ32。用同样的方法标注线性尺寸 22.8 和 6。

04 标注曲柄中的对齐尺寸。利用“对齐”标注命令 DAL，捕捉倾斜部分中心

线的交点，作为第二条尺寸界线的起点；捕捉中间中心线交点，作为第二条尺寸界线的起点，对齐尺寸为 48。

05 标注曲柄中的直径尺寸。利用“标注样式”快捷命令 D，弹出“标注样式管理器”对话框。在“标注样式管理器”对话框中，单击“新建”按钮，在弹出的“创建新标注样式”对话框的“新样式名”文本框中输入“直径”，在“用于”下拉列表框中选择“直径标注”，单击“继续”按钮，弹出“新建标注样式：机械制图：直径”对话框。在“符号和箭头”选项卡中将箭头大小设置为 5；在“文字”选项卡中将文字高度设置为 5，在“文字对齐”选项组中选择“ISO 标准”单选按钮，其他选项按默认设置。方法同前，设置“角度”标注样式，用于角度标注。

利用“直径”快捷命令 DDI，标注直径尺寸，命令行提示如下。

```
命令: DDI↙  （直径标注命令。标注图中的直径尺寸“2－Φ10”）
选择圆弧或圆:（选择右边Φ10 小圆）
标注文字 =10
指定尺寸线位置或 [多行文字(M)/文字(T)/角度(A)]:M↙  （回车后弹出多行文字编辑器，其中“<>”表示测量值，即“Φ10”，在前面输入“2×”，即为“2×<>”）
指定尺寸线位置或 [多行文字(M)/文字(T)/角度(A)]:（指定尺寸线位置）
```

用同样的方法标注直径尺寸Φ20 和 2×Φ20。

06 标注曲柄中的角度尺寸。利用“角度”快捷命令 DAN，标注 150° 角。结果如图 7-16 所示。

7.3 引线标注

AutoCAD 提供了引线标注功能，利用该功能不仅可以标注特定的尺寸，如圆角、倒角等，还可以实现在图中添加多行旁注、说明。在引线标注中指引线可以是折线，也可以是曲线；指引线端部可以有箭头，也可以没有箭头。

7.3.1　引线标注（LEADER，LEAD）

【执行方式】

命令：LEADER　　快捷命令：LEAD

【操作提示】

```
命令：LEAD↙
指定引线起点：（输入指引线的起始点）
指定下一点：（输入指引线的另一点）
指定下一点或[注释(A)/格式(F)/放弃(U)] <注释>：（继续指定下一点）
```

7.3.2　快速引线标注（QLEADER，LE）

利用 QLEADER 命令可快速生成指引线及注释，而且可以通过命令行优化对话框进行用户自定义，由此可以消除不必要的命令行提示，取得更高的工作效率。

【执行方式】

命令：QLEADER　　快捷命令：LE

【操作提示】

```
命令：LE↙
指定第一个引线点或 [设置(S)] <设置>：
```

此时直接按 Enter 键或输入 S，将打开如图 7-17 所示的“引线设置”对话框，在其中可以对引线标注进行设置。该对话框包含“注释”、“引线和箭头”、“附着”3 个选项卡，下面分别进行介绍。

- “注释”选项卡（见图 7-17）：用于设置引线标注中注释文本的类型、多行文本的格式并确定注释文本是否多次使用。
- “引线和箭头”选项卡（见图 7-18）：用来设置引线标注中引线和箭头的形式。其中，“点数”选项组用于设置 AutoCAD 提示用户输入的点的数目。例如，设置点数为 3，执行 QLEADER 命令时，当用户在提示下指定 3 个点后，AutoCAD 自动提示用户输入注释文本。“角度约

束”选项组用于设置第一段和第二段引线的角度约束。

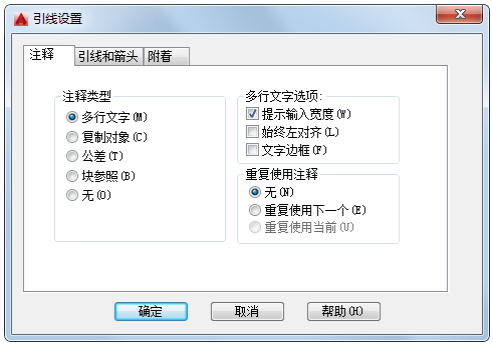


图 7-17 “注释”选项卡

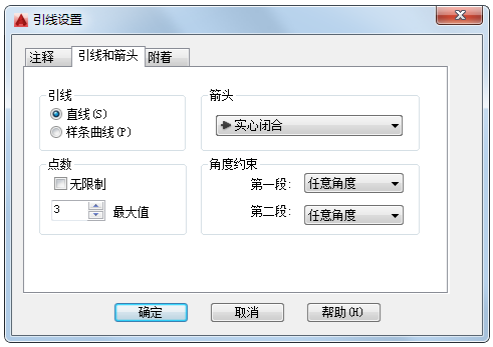


图 7-18 “引线和箭头”选项卡

♦ “附着”选项卡（见图 7-19）：设置注释文本和引线的相对位置。

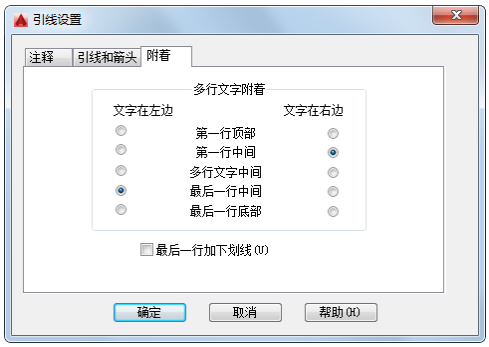


图 7-19 “附着”选项卡

7.3.3　多重引线

多重引线可创建为箭头优先、引线基线优先或内容优先。

【执行方式】

命令：MLEADER　　菜单：标注→多重引线

工具栏：标注→多重引线

功能区：单击“注释”选项卡“引线”面板上的“多重引线样式”下拉菜单中的“管理多重引线样式”按钮或单击“注释”选项卡“引线”面板中“对话框启动器”按钮。

【操作提示】

```
命令：MLEADER↙
指定引线箭头的位置或 [引线基线优先(L)/内容优先(C)/选项(O)] <选项>：
```

利用上述命令可以标注多重引线。

7.3.4　操作实例——标注齿轮尺寸

标注如图 7-20 所示的齿轮尺寸。

【绘制步骤】

01 打开源文件/第 7 章/齿轮.dwg。

02 利用“文字样式”快捷命令 ST，设置文字样式，为后面尺寸标注时输入文字做准备。

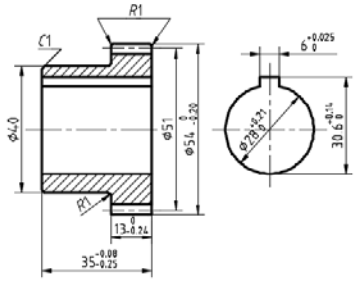


图 7-20　齿轮

03 利用“标注样式”快捷命令 D，设置标注样式。

04 利用“线性”标注快捷命令 DLI 与“基线”标注快捷命令 DBA，标注齿轮主视图中线性及基线尺寸。在标注公差的过程中，要先设置替代尺寸样式，在替代样式中逐个设置公差。

05 利用“半径”标注快捷命令 DRA，标注齿轮主视图中的半径尺寸。

06 利用“引线标注”快捷命令 LEAD，标注齿轮主视图上部的圆角半径。例如，标注上端 R1 可按如下方法进行操作。

```
命令:Lead↙（引线标注）
指定引线起点:_nea 到（捕捉齿轮主视图上部圆角上一点）
指定下一点:（拖动鼠标，在适当位置处单击）
指定下一点或 [注释(A)/格式(F)/放弃(U)] <注释>: <正交 开>（打开正交功能，向右拖动鼠标，在适当位置处单击）
指定下一点或 [注释(A)/格式(F)/放弃(U)] <注释>:↙
输入注释文字的第一行或 <选项>:R1↙
输入注释文字的下一行:↙
命令:↙（继续引线标注）
指定引线起点:_nea 到（捕捉齿轮主视图上部右端圆角上一点）
指定下一点:（利用对象追踪功能，捕捉上一个引线标注的端点，拖动鼠标，在适当位置处单击鼠标）
指定下一点或 [注释(A)/格式(F)/放弃(U)] <注释>:（捕捉上一个引线标注的端点）
指定下一点或 [注释(A)/格式(F)/放弃(U)] <注释>:↙
输入注释文字的第一行或 <选项>:↙
输入注释选项 [公差(T)/副本(C)/块(B)/无(N)/多行文字(M)] <多行文字>: N↙（无注释的引线标注）
```

07 利用“快速引线标注”快捷命令 LE，标注齿轮主视图的倒角。

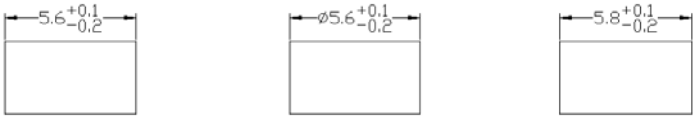
08 利用“线性标注”快捷命令 DLI 与“直径标注”快捷命令 DDI，标注齿轮局部视图中的尺寸。在标注公差的过程中，同样要先设置替代尺寸样式，在替代样式中逐个设置公差。



提示

要在公差尺寸前或后添加某些文本符号，必须输入角括号“<>”，表示默认值。比如，要将图 7-21（a）所示原始尺寸改为图 7-21（b）所示尺寸，在进行线性标注时，在执行 M 或 T 命令后，在“输入标注文字<默认值>:”提示下应该这样输入：%%c<>。如果要将图 7-21（a）的尺寸文本改为图 7-21

（c）所示的文本，则比较麻烦。因为后面的公差是堆叠文本，这时可以用多行文字命令 M 选项来执行，在多行文字编辑器中输入“5.8+0.1^-0.2”，然后进行堆叠处理即可。



（a）原始尺寸　　（b）添加文本符号　　（c）改变文本尺寸

图 7-21　在公差尺寸前添加或改变某些文本符号

7.4　形位公差（TOLERANCE，TOL）

为方便机械设计工作，系统提供了标注形位公差功能。

【执行方式】

命令：TOLERANCE　　快捷命令：TOL
菜单：标注→公差　　工具栏：标注→公差
功能区：单击“注释”选项卡“标注”面板中的“公差”按钮

【操作提示】

命令：TOL↙

执行此命令后，系统打开如图 7-22 所示的“形位公差”对话框，可通过此对话框对形位公差标注进行设置。



图 7-22　“形位公差”对话框

7.5 综合实例——标注轴

本实例的绘制思路：首先标注无公差尺寸，然后标注公差尺寸，最后标注形位公差。轴的尺寸标注如图 7-23 所示。

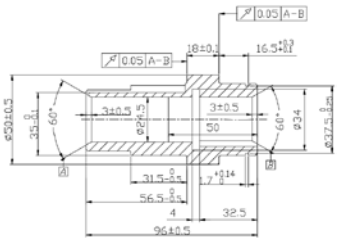


图 7-23　轴的尺寸标注

【绘制步骤】

01 打开源文件/第 7 章/轴.dwg。

02 在 ISO-25 标注样式中，设置箭头大小为 3，文字高度为 4，文字对齐方式为“与尺寸线对齐”，精度设为“0.00”，其他选项设置如图 7-24 所示。

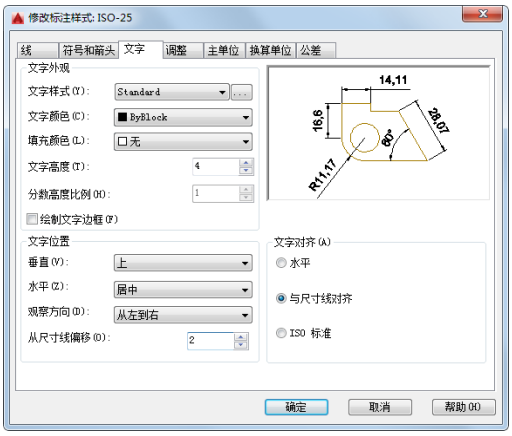


图 7-24　设置尺寸标注样式

03 如图 7-25 所示，图中包括 3 个线性尺寸，2 个角度尺寸和 2 个直径尺寸，而实际上这两个直径尺寸也是按线性尺寸的标注方法进行标注的，按下状

态栏中的“对象捕捉”按钮。

（1）标注线性尺寸 4，命令行提示如下。

```
命令: DLI↙
指定第一条尺寸界线原点或 <选择对象>: （捕捉第一条尺寸延伸线原点）
指定第二条尺寸界线原点: （捕捉第二条尺寸延伸线原点）
指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/水平(H)/垂直(V)/旋转(R)]: （指定尺寸线位置）
标注文字 =4
```

采用相同的方法，标注线性尺寸 32.5、50、Φ34、Φ24.5。

（2）标注角度尺寸 60°，命令行提示与操作如下。

```
命令: DAN↙
选择圆弧、圆、直线或 <指定顶点>:（选择要标注的轮廓线）
选择第二条直线:（选择第二条轮廓线）
指定标注弧线位置或 [多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/象限点(Q)]: （指定尺寸线位置）
标注文字 =60
```

采用相同的方法，标注另一个角度尺寸 60°，标注结果如图 7-25 所示。

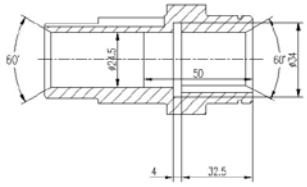


图 7-25　标注基本尺寸

04 图中包括 5 个对称公差尺寸和 6 个极限偏差尺寸。单击“默认”选项卡“注释”面板中的“标注样式”按钮，打开“标注样式管理器”对话框。单击对话框中的“替代”按钮，打开“替代当前样式”对话框，单击“公差”选项卡，按每一个公差尺寸的不同进行替代设置，如图 7-26 所示。替代样式设置好后，进行尺寸标注，命令行提示如下。



图 7-26 “公差”选项卡

命令: DLI↙
指定第一条尺寸界线原点或 <选择对象>: （捕捉第一条尺寸延伸线原点）
指定第二条尺寸界线原点: （捕捉第二条尺寸延伸线原点）
创建了无关联的标注
指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/水平(H)/垂直(V)/旋转(R)]:M↙（在打开的多行文本编辑器的编辑栏尖括号前加“%%C”，标注直径符号）
指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/水平(H)/垂直(V)/旋转(R)]: ↙
标注文字 =50

对公差尺寸按要求进行替代设置。采用相同的方法，对标注样式进行替代设置，然后标注线性公差尺寸 35、3、31.5、56.5、96、18、3、1.7、16.5、Φ37.5。标注结果如图 7-27 所示。

05 利用“形位公差”快捷命令 TOL，打开“形位公差”对话框，进行如图 7-28 所示的设置。确定后在图形上指定放置位置，标注引线，命令行提示如下。

命令: LEAD↙
指定引线起点:（指定起点）
指定下一点:（指定下一点）
指定下一点或 [注释(A)/格式(F)/放弃(U)] <注释>: ↙
输入注释文字的第一行或 <选项>:↙
输入注释选项 [公差(T)/副本(C)/块(B)/无(N)/多行文字(M)] <多行文字>: N↙（引线指向形位公差符号，故无注释文本）

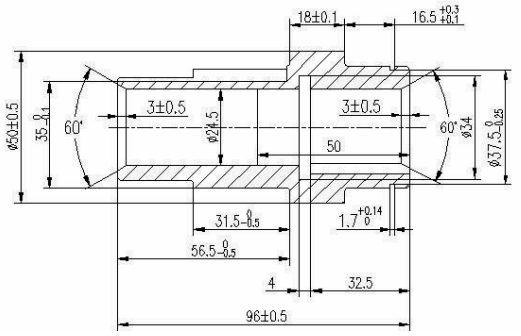


图 7-27　标注公差尺寸



图 7-28　“形位公差”对话框

采用相同的方法，标注另一个形位公差。标注结果如图 7-29 所示。

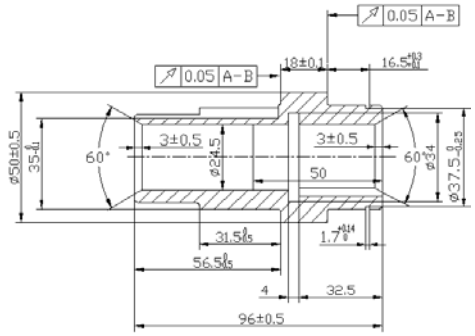


图 7-29　标注形位公差

06 形位公差的基准可以通过引线标注命令和绘图命令以及单行文字命令绘制，此处不过多叙述。最后完成的标注结果如图 7-23 所示。

07 利用“保存”快捷键 Ctrl+S，保存标注好的图形文件。

第8章 图块

在设计绘图过程中经常会遇到一些重复出现的图形（如机械设计中的螺钉、螺母，建筑设计中的桌椅、门窗等），如果每次都重新绘制这些图形，不仅会造成大量的重复工作，而且存储这些图形及其信息要占用相当大的磁盘空间。图块提出了模块化作图的问题，这样不仅避免了大量的重复工作，提高了绘图速度和工作效率，而且可大大节省磁盘空间。

8.1 图块操作

图块也叫块，它是由一组图形组成的集合。一组对象一旦被定义为图块，它们将成为一个整体，拾取图块中任意一个图形对象即可选中构成图块的所有对象。如果需要对组成图块的单个图形对象进行修改，可以利用“分解”命令把图块炸开，分解成若干个对象。

8.1.1 定义图块（BLOCK，B）

【执行方式】

命令：BLOCK　　快捷命令：B

菜单：绘图→块→创建　　工具栏：绘图→创建块

功能区：单击“默认”选项卡“块”面板中的“创建”按钮（如图 8-1 所示）或单击“插入”选项卡“块定义”面板中的“创建块”按钮（如图 8-2 所示）。



图 8-1　“块”面板



图 8-2　“块定义”面板

【操作提示】

命令：B↙

执行此命令后，系统打开如图 8-3 所示的“块定义”对话框。利用该对话框可定义图块并为其命名。

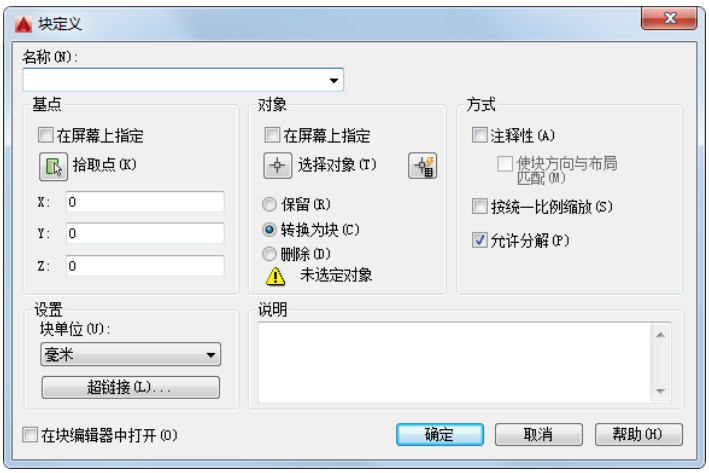


图 8-3　“块定义”对话框

8.1.2　写块（WBLOCK，W）

用快捷命令 B 定义的图块保存在其所属的图形中，该图块只能在该图中插入，而不能插入到其他的图中。用快捷命令 W 把图块以图形文件的形式（扩展名为.dwg）写入磁盘，图形文件就可以在任意图形中

用快捷命令 I 插入。

【执行方式】

命令：WBLOCK
快捷命令：W
功能区：单击“插入”选项卡“块定义”面板中的“写块”按钮

【操作提示】

命令：W↙

执行此命令后，系统打开“写块”对话框，如图 8-4 所示。利用此对话框可把图形对象保存为图形文件或把图块转换成图形文件。

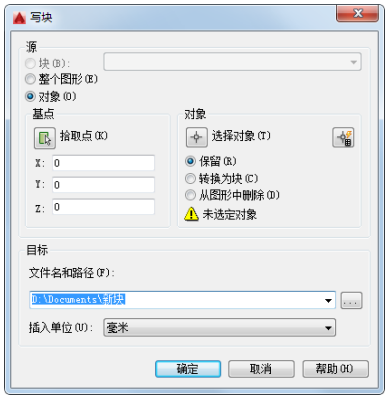


图 8-4 “写块”对话框

8.1.3 操作实例——绘制指北针图块

本实例绘制一个指北针图块，如图 8-5 所示。本例应用二维绘图及编辑命令绘制指北针，利用写块命令，将其定义为图块。

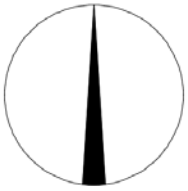


图 8-5 指北针图块

【绘制步骤】

01 利用“圆”快捷命令 C，绘制一个直径为 24 的圆。

02 利用“直线”快捷命令 L，绘制圆的竖直直线。结果如图 8-6 所示。

03 利用“偏移”快捷命令 O，使直径向左右两边各偏移 1.5。结果如图 8-7 所示。

04 利用“修剪”快捷命令 TR，选取圆作为修剪边界，修剪偏移后的直线。

05 利用“直线”快捷命令 L，绘制直线。结果如图 8-8 所示。

06 利用“删除”快捷命令 E，删除多余直线。

07 执行“图案填充”快捷命令 H，选择 Solid 图案，选择指针作为图案填充对象进行填充，绘制结果如图 8-5 所示。

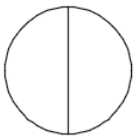


图 8-6　绘制竖直直线

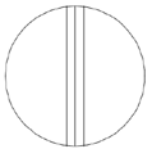


图 8-7　偏移直线

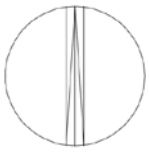


图 8-8　绘制直线

08 执行“写块”快捷命令 W，弹出“写块”对话框，如图 8-9 所示。单击“拾取点”按钮，拾取指北针的顶点为基点，单击“选择对象”按钮，拾取下面的图形为对象，输入图块名称“指北针图块”并指定路径，确认保存。

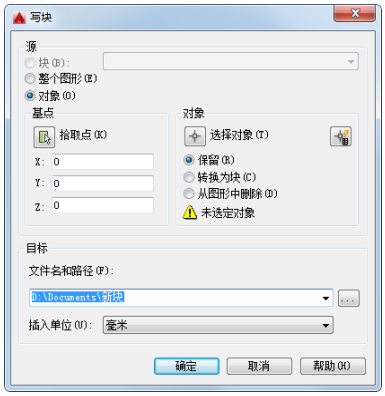


图 8-9　“写块”对话框

8.1.4 图块的插入（INSERT，I）

在用 AutoCAD 绘图的过程中，可根据需要随时把已经定义好的图块或图形文件插入到当前图形的任意位置，在插入的同时还可以改变图块的大小、旋转一定角度或把图块炸开等。插入图块的方法有多种，本节逐一进行介绍。

【执行方式】

命令：INSERT　　快捷命令：I
菜单：插入→块　　工具栏：绘图（或插入）→插入块
功能区：单击“默认”选项卡“块”面板中的“插入”按钮，或单击“插入”选项卡“块”面板中的“插入”按钮

【操作提示】

命令:I↙

执行此命令后，系统打开“插入”对话框，如图 8-10 所示，在其中可以指定要插入的图块及插入位置。

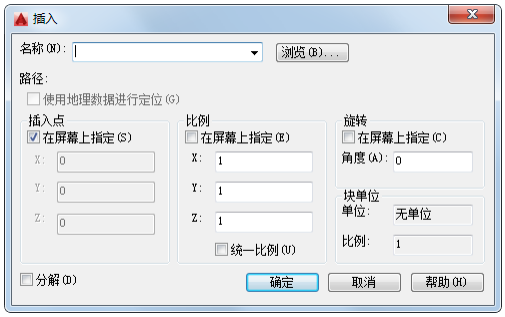


图 8-10　“插入”对话框

8.1.5 动态块（BEDIT，BE）

在 AutoCAD 中可以使用块编辑器创建动态块。

【执行方式】

命令：BEDIT　　菜单：工具→块编辑器
工具栏：标准→块编辑器　　快捷菜单：块编辑器

功能区：单击“默认”选项卡“块”面板中的“编辑”按钮，或单击“插入”选项卡“块定义”面板中的“块编辑器”按钮

【操作提示】

命令：BE↙

执行此命令后，系统打开“编辑块定义”对话框，如图 8-11 所示。在“要创建或编辑的块”文本框中输入块名或在列表框中选择已定义的块或当前图形，确认后系统打开块编写选项板和“块编辑器”工具栏，如图 8-12 所示。利用它们可以创建块或给已有的块添加动态行为。

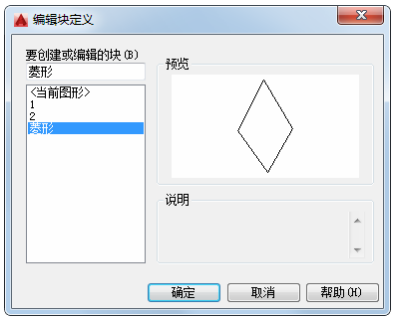


图 8-11　“编辑块定义”对话框

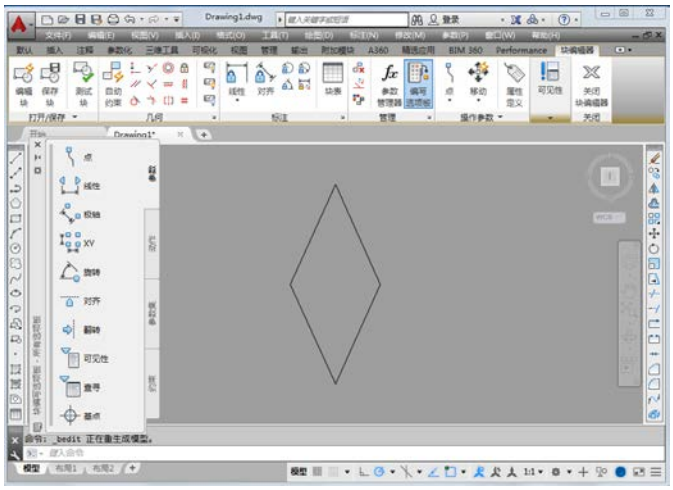


图 8-12　块编辑状态绘图界面

8.2 图块的属性

图块除包含图形对象以外，还可以具有非图形信息。图块的这些非图形信息叫作图块的属性。它是图块的一个组成部分，与图形对象一起构成一个整体。在插入图块时，AutoCAD 把图形对象连同属性一起插入到图形中。

8.2.1 定义图块属性（ATTDEF，ATT）

【执行方式】

命令：ATTDEF　　快捷命令：ATT

菜单：绘图→块→定义属性

功能区：单击“默认”选项卡“块”面板中的“定义属性”按钮，或单击“插入”选项卡“块定义”面板中的“定义属性”按钮

【操作提示】

命令：ATT↙

执行此命令后，系统打开“属性定义”对话框，如图 8-13 所示。利用该对话框可以设置相关参数，定义属性。



图 8-13　“属性定义”对话框

8.2.2　修改属性的定义（DDEDIT）

在定义图块之前，可以对属性的定义加以修改，不仅可以修改属性标签，还可以修改属性提示和属性默认值。

【执行方式】

命令：DDEDIT　　菜单：修改→对象→文字→编辑

【操作提示】

```
命令：DDEDIT↙
选择注释对象或 [放弃(U)]:
```

在此提示下选择要修改的属性定义，AutoCAD 打开“编辑属性定义”对话框，如图 8-14 所示。该对话框表示要修改的属性的标记为“文字”，提示为“数值”，无默认值，可在各文本框中进行修改。

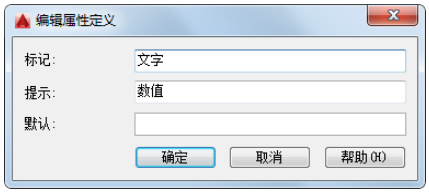


图 8-14　“编辑属性定义”对话框

8.2.3　图块属性编辑（ATTEDIT，ATE）

【执行方式】

命令：ATTEDIT　　菜单：修改→对象→属性→单个
快捷命令：ATE　　工具栏：修改 II→编辑属性

【操作提示】

```
命令：ATE↙
选择块参照:
```

同时光标变为拾取框，选择要修改属性的图块，则 AutoCAD 打开如图 8-15 所示的“编辑属性”对话框。该对话框中显示所选图块包含的前 8 个属性的值，用户可对这些属性值进行修改。如果该图块中还有

其他的属性，可单击“上一个”或“下一个”按钮对它们进行观察和修改。



图 8-15 “编辑属性”对话框

当用户通过菜单或工具栏执行上述命令时，系统打开“增强属性编辑器”对话框，如图 8-16 所示。在该对话框中不仅可以编辑属性值，还可以编辑属性的文字选项和图层、线型、颜色等特性值。

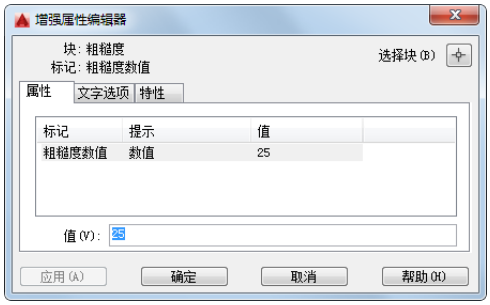


图 8-16 “增强属性编辑器”对话框

另外，还可以通过“块属性管理器”对话框来编辑属性。方法是，在“修改 II”工具栏中单击“块属性管理器”按钮，系统打开“块属性管理器”对话框，如图 8-17 所示。单击“编辑”按钮，系统打开“编辑属性”对话框，如图 8-18 所示。在其中可以编辑属性。

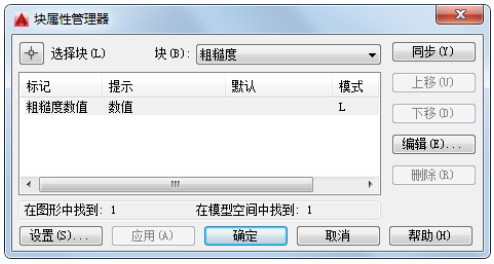


图 8-17　“块属性管理器”对话框

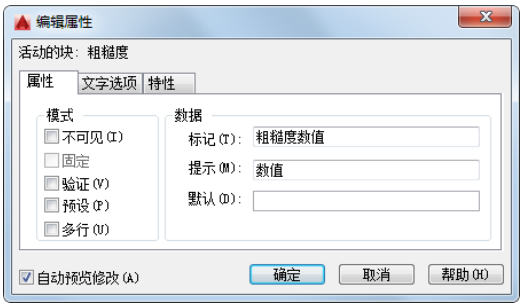


图 8-18　“编辑属性”对话框

8.3 综合实例——标注标高符号

标注标高符号，如图 8-19 所示。

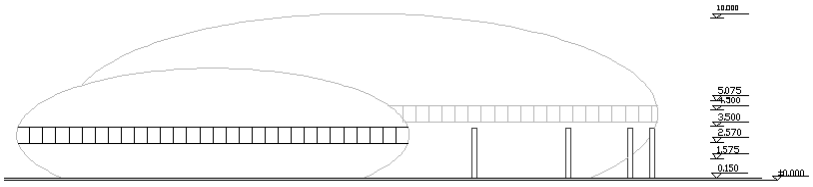


图 8-19　标注标高符号

【绘制步骤】

01 打开“源文件/第八章/建筑图”，如图 8-20 所示。

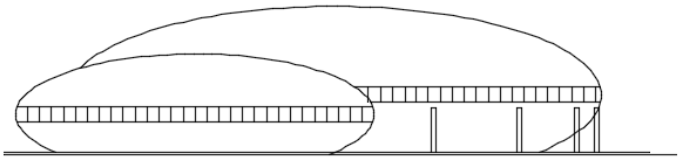


图 8-20　打开建筑图

02 利用“直线”快捷命令 L，绘制如图 8-21 所示的标高符号图形。



图 8-21　绘制标高符号

03 执行“定义属性”快捷命令 ATT，系统打开“属性定义”对话框，进行如图 8-22 所示的设置。其中模式为“验证”，插入点为在屏幕上指定（D）。然后单击“确定”按钮退出。

04 执行“写块”快捷命令 W，打开“写块”对话框，如图 8-23 所示。拾取图 8-21 中图形的下尖点为基点，以此图形为对象，输入图块名称并指定路径，确认退出。



图 8-22　“属性定义”对话框



图 8-23　“写块”对话框

05 执行“插入块”快捷命令 I，打开“插入”对话框，如图 8-24 所示。单击“浏览”按钮，找到刚才保存的图块，在屏幕上指定插入点和旋转角度，将该图块插入到如图 8-19 所示的图形中，这时命令行会提示输入属性，并要求验证属性值，此时输入标高数值 0.150，就完成了一个标高的标注。命令

行提示如下。

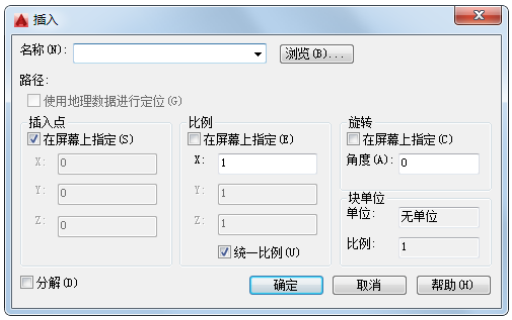


图 8-24　“插入”对话框

```
命令: I↙
指定插入点或 [基点(B)/比例(S)/旋转(R)]:
```

06 继续插入标高符号图块，并输入不同的属性值作为标高数值，直到完成所有标高符号的标注。

第 9 章

辅助绘图工具

AutoCAD 提供了设计中心、工具选项板和查询功能等工具，以帮助用户快速设计和绘图，本章将具体进行讲述。

9.1 对象查询

对象查询的菜单命令集中在“工具”菜单下的“查询”级联菜单中，如图 9-1 所示。其工具栏命令则主要集中在“查询”工具栏中，如图 9-2 所示。

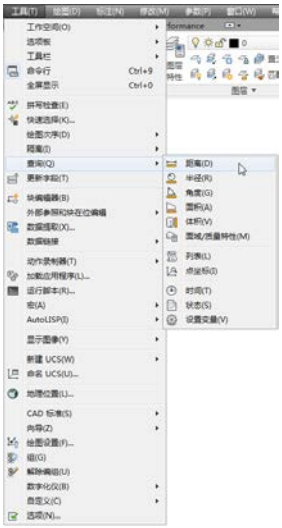


图 9-1 “查询”级联菜单



图 9-2 “查询”工具栏

9.1.1　查询距离（DIST，DI）

【执行方式】

命令：DIST　　快捷命令：DI
菜单：工具→查询→距离
工具栏：查询→距离
功能区：单击“默认”选项卡“实用工具”面板上的“测量”下拉菜单中的“距离”按钮(如图 9-3 所示)

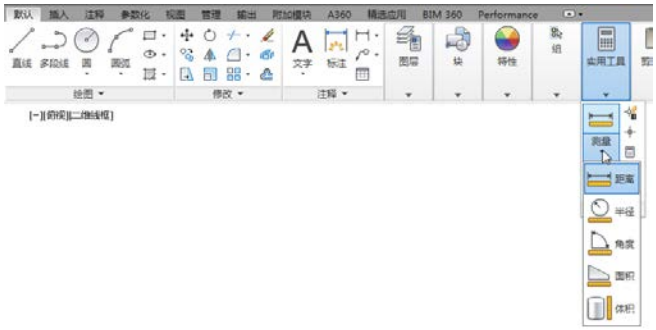


图 9-3　“测量”下拉菜单

【操作提示】

```
命令：DI↙
指定第一点：（指定第一点）
指定第二点或 [多个点(M)]：（指定第二点）
距离 = 5.2699, XY 平面中的倾角 = 0,   与 XY 平面的夹角 = 0
X 增量 = 5.2699,   Y 增量 = 0.0000,   Z 增量 = 0.0000
```

面积、面域/质量特性的查询与距离查询类似，不再赘述。

9.1.2　查询列表（LIST，LI）

【执行方式】

命令：LIST　　快捷命令：LI
菜单：工具→查询→列表

【操作提示】

命令行提示如下。

```
命令：LI↙
选择对象：
```

选择对象后，系统自动切换到文本显示窗口，显示所选对象的状态，包括对象的各种参数状态以及对象所在磁盘的使用状态，如图 9-4 所示。

状态显示、点坐标、时间、系统变量等查询工具的使用方法和功能与查询对象状态的相似，不再赘述。

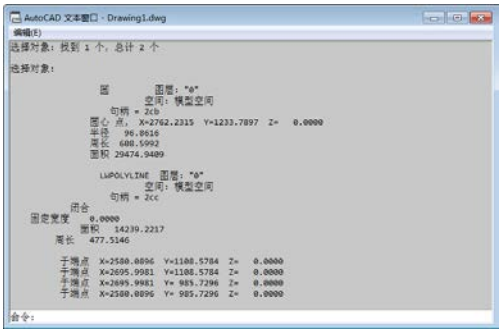


图 9-4　文本显示窗口

9.2 设计中心

使用 AutoCAD 设计中心可以很容易地组织设计内容，并把它们拖动到自己的图形中。可以使用 AutoCAD 设计中心窗口的内容显示框，来观察用 AutoCAD 设计中心的资源管理器所浏览资源的细目，如图 9-5 所示。

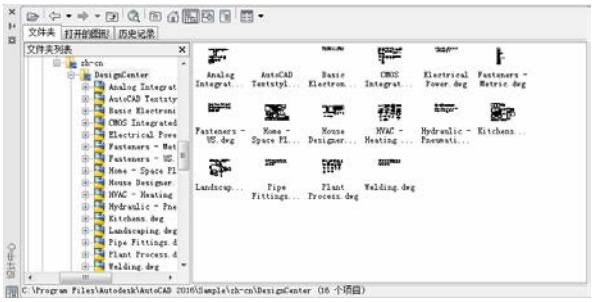


图 9-5　AutoCAD 设计中心的资源管理器和内容显示区

9.2.1　启动设计中心（ADCENTER，ADC）

【执行方式】

命令：ADCENTER　　快捷命令：ADC
菜单：工具→设计中心　　工具栏：标准→设计中心
快捷键：Ctrl+2
功能区：单击“视图”选项卡“选项板”面板中的“设计中心”按钮

【操作提示】

命令：ADC↙

执行此命令后，系统打开设计中心，如图 9-5 所示。

9.2.2　插入图块

利用设计中心可以将图块插入到图形中，操作步骤如下。

1．从“文件夹列表”或查找结果列表中选择要插入的图块，按住鼠标左键，将其拖动到打开的图形。松开鼠标左键，此时选中对象被插入到当前被打开的图形中。

2．按下鼠标左键，指定一点作为插入点，移动鼠标，鼠标位置点与插入点之间距离为缩放比例。按下鼠标左键确定比例。用同样的方法移动鼠标，鼠标指定位置和插入点连线与水平线角度为旋转角度。选中对象就会根据鼠标指定的比例和角度插入到图形中。

9.2.3　图形复制

1．在图形之间复制图块

利用 AutoCAD 设计中心可以浏览和装载需要复制的图块，然后将图块复制到剪贴板，利用剪贴板将图块粘贴到图形中。具体方法如下。

（1）在控制板中选择需要复制的图块，单击鼠标右键打开快捷菜单，选择“复制”命令。

（2）将图块复制到剪贴板上，然后通过“粘贴”命令粘贴到当前图形上。

2．在图形之间复制图层

- 拖动图层到已打开的图形。确保要复制图层的目标图形文件被打开，并且是当前的图形文件。在控制板或查找结果列表框中选择要复制的一个或多个图层。拖动图层到打开的图形文件。松开鼠标后选中图层被复制到打开的图形中。
- 复制或粘贴图层到打开的图形。确保要复制的图层的目标图形文件被打开，并且是当前的图形文件。在控制板或查找结果列表框中选择要复制的一个或多个图层。单击鼠标右键打开快捷菜单，在快捷菜单中选择“复制到粘贴板”命令。如果要粘贴图层，确认粘贴的目标图形文件被打开，并为当前文件。单击鼠标右键打开快捷菜单，在快捷菜单中选择“粘贴”命令。

9.3 工具选项板

该选项板是“工具选项板”窗口中选项卡形式的区域，提供组织、共享和放置块及填充图案的有效方法。

9.3.1 打开工具选项板（TOOLPALETTES，TP）

【执行方式】

命令：TOOLPALETTES　　快捷命令：TP
菜单：工具→工具选项板窗口　快捷键：Crtl+3
工具栏：标准→工具选项板
功能区：单击“视图”选项卡“选项板”面板中的“工具选项板”按钮

【操作提示】

命令：TP↙

执行此命令后，系统自动打开工具选项板窗口，如图 9-6 所示。

【选项说明】

在工具选项板中，系统设置了一些常用图形选项卡，这些常用图形可以方便用户绘图。



图 9-6　工具选项板

9.3.2　新建工具选项板

用户可以建立新的工具选项板，这有利于个性化作图，也能够满足特殊作图需要。

【执行方式】

命令：CUSTOMIZE
菜单：工具→自定义→工具选项板
快捷菜单：自定义
工具选项板：“特性”按钮→自定义选项板

【操作提示】

命令：CUSTOMIZE↙

执行此命令后，系统打开“自定义”对话框，如图 9-7 所示。在“选项板”列表框中单击鼠标右键，打开快捷菜单，如图 9-8 所示，选择“新建选项板”命令，在对话框中可以为新建的工具选项板命名。确定后，工具选项板中就增加了一个新选项卡，如图 9-9 所示。

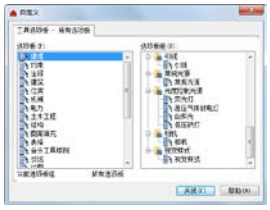


图 9-7 “自定义”对话框

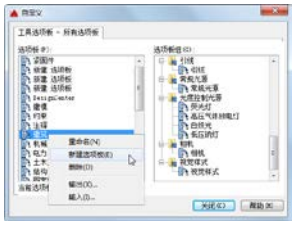


图 9-8 选择“新建选项板”命令

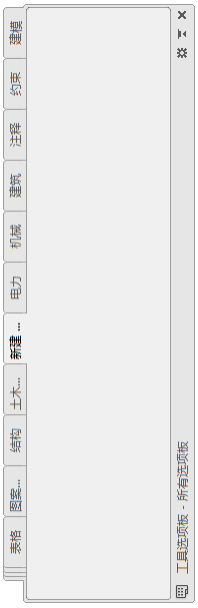


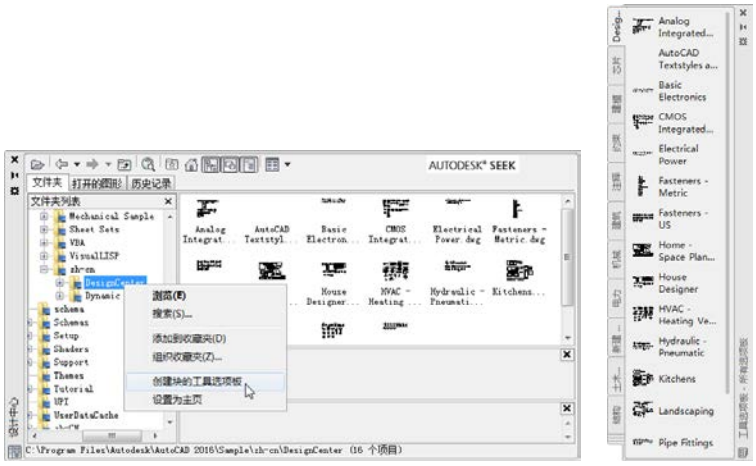
图 9-9 新增选项卡

9.3.3 向工具选项板添加内容

1．将图形、块和图案填充从设计中心拖动到工具选项板上。

例如，在 DesignCenter 文件夹下单击鼠标右键，系统打开快捷菜单，从中选择“创建块的工具选项板”命令，如图 9-10（a）所示。设计中心中存储的图元就出现在工具选项板中新建的选项卡上，如图 9-10（b）所示。这样就可以将设计中心与工具选项板结合起来，建立一个快捷方便的工具选项板。将工具选项板中的图形拖动到另一个图形中时，图形将作为块插入。

2．使用“剪切”、“复制”和“粘贴”命令可以将一个工具选项板中的工具移动或复制到另一个工具选项板中。



（a）选择命令　　（b）操作结果

图 9-10　将存储图元创建成工具选项板

9.4　综合实例——居室室内平面图

利用设计中心和工具选项板辅助绘制如图 9-11 所示的居室室内布置平面图。

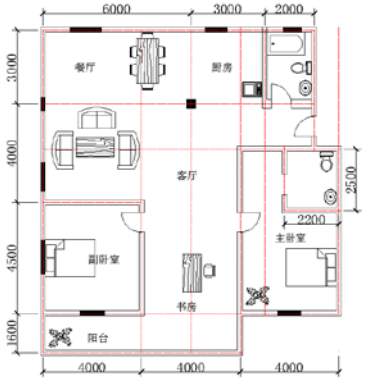


图 9-11　居室平面图

【绘制步骤】

01 绘制建筑主体图。利用“直线”快捷命令 L 和 “圆弧”快捷命令 ARC，绘制建筑主体图，或者直接打开源文件/第 9 章/居室平面图，结果如图 9-12 所示。

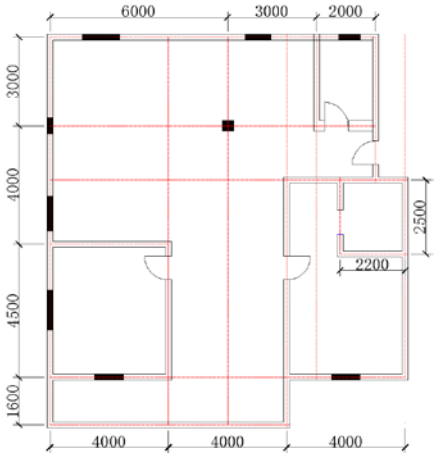


图 9-12 建筑主体

02 启动设计中心。

（1）利用“设计中心”快捷命令 ADC，出现如图 9-13 所示的设计中心，其中面板的左侧为“资源管理器”。

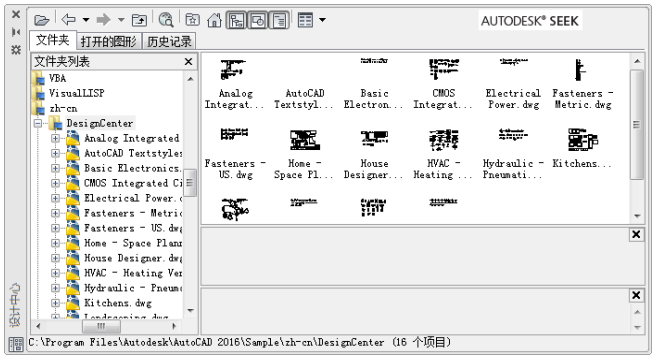


图 9-13 设计中心

（2）双击左侧的“Kitchens.dwg”，弹出如图 9-14 所示的窗口；单击窗口

右侧的“块”图标，出现如图 9-15 所示的厨房设计中常用的燃气灶、水龙头、橱柜和微波炉等模块。

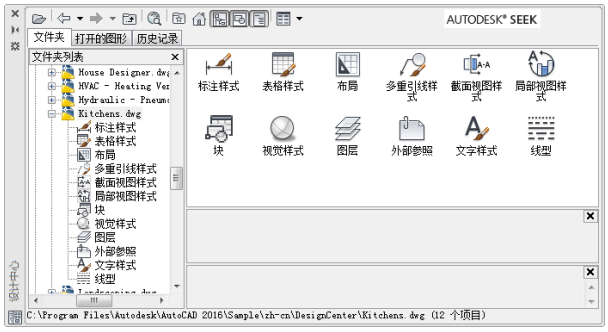


图 9-14　Kitchens.dwg

03 插入图块。新建“内部布置”图层，双击图 9-15 所示的“微波炉”图标，弹出如图 9-16 所示的对话框。设置统一比例为 1.3，角度为 0，插入的图块如图 9-17 所示，绘制结果如图 9-18 所示。重复上述操作，把 Home-Space Planner 与 House Designer 中的相应模块插入图形中，绘制结果如图 9-19 所示。

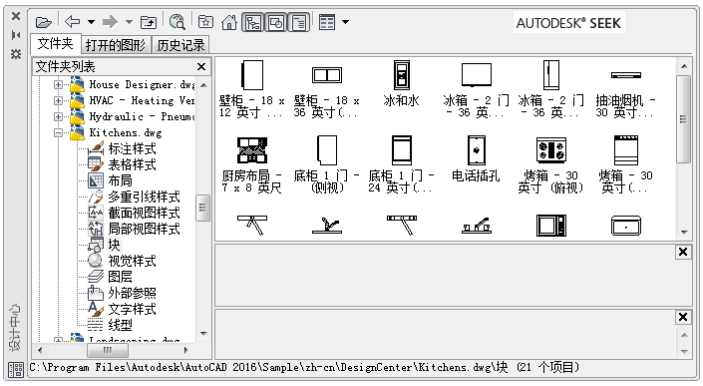


图 9-15　图形模块

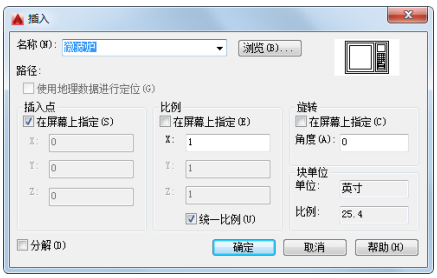


图 9-16 “插入”对话框图

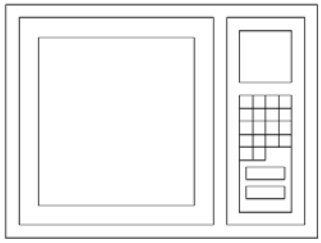


图 9-17 插入的图块

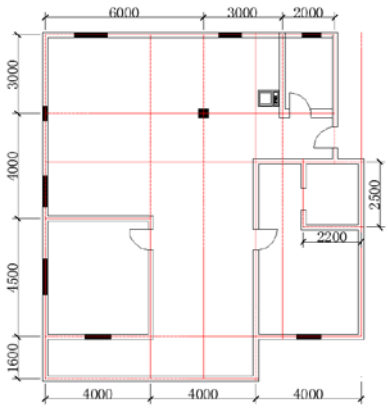


图 9-18 插入图块效果

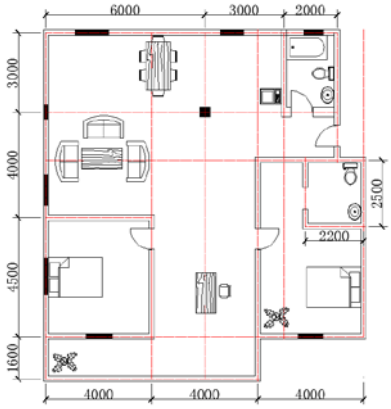


图 9-19 室内布局

04 标注文字。利用“多行文字”快捷命令 T，将“客厅”、“厨房”等名称输入到相应的位置，绘制结果如图 9-11 所示。

第10章

绘制和编辑三维表面

在 AutoCAD 2016 中，可以很方便地绘制各种表面模型。在不需要考虑模型的物理特性，如质量、重心等，对模型进行消隐、着色或渲染处理时，就可以采用表面模型。

本章将介绍线框模型和表面模型的有关内容，包括三维基本绘制、三维网格曲面、基本三维表面等知识。

10.1 三维坐标系统

AutoCAD 2016 使用的是笛卡儿坐标系，其使用的直角坐标系有两种类型，一种是世界坐标系（WCS），另一种是用户坐标系（UCS）。绘制二维图形时，常用的坐标系为世界坐标系（WCS），由系统默认提供。世界坐标系又称通用坐标系或绝对坐标系。对于二维绘图来说，世界坐标系足以满足要求。为了方便创建三维模型，AutoCAD 2016 允许用户根据自己的需要设定坐标系，即用户坐标系（UCS）。合理地创建 UCS，可以方便地创建三维模型。

10.1.1 坐标系设置（UC）

【执行方式】

命令：UCSMAN　　快捷命令：UC
菜单：工具→命名 UCS
工具栏：UCS II→命名 UCS
功能区：单击“视图”选项卡“坐标”面板中的“UCS，命名 UCS”按钮

【操作提示】

命令：ucsman↙

执行此命令后，系统打开如图 10-1 所示的 UCS 对话框。

1.“命名 UCS”选项卡

该选项卡用于显示已有的 UCS、设置当前坐标系，如图 10-1 所示。

在“命名 UCS”选项卡中，用户可以将世界坐标系、上一次使用的 UCS 或某一命名的 UCS 设置为当前坐标系。其具体方法是，从列表框中选择某一坐标系，再单击“置为当前”按钮。还可以利用选项卡中的“详细信息”按钮，了解指定坐标系相对于某一坐标系的详细信息。其具体步骤是，单击“详细信息”按钮，系统打开如图 10-2 所示的“UCS 详细信息”对话框，该对话框详细说明了用户所选坐标系的原点及 X、Y 和 Z 轴的方向。

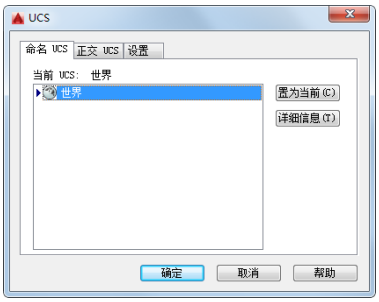


图 10-1　UCS 对话框

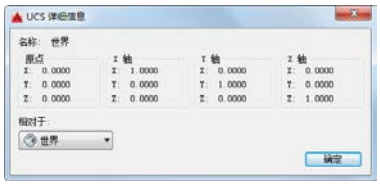


图 10-2　“UCS 详细信息”对话框

2.“正交 UCS”选项卡

该选项卡用于将 UCS 设置成某一正交模式，如图 10-3 所示。其中，“深度”列用来定义用户坐标系 XY 平面上的正投影与通过用户坐标系原点的平行平面之间的距离。

3.“设置”选项卡

该选项卡用于设置 UCS 图标的显示形式、应用范围等，如图 10-4 所示。



图 10-3　“正交 UCS”选项卡

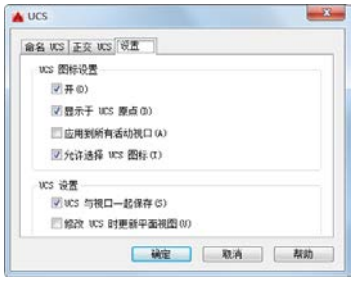


图 10-4　“设置”选项卡

10.1.2　创建坐标系（UCS）

【执行方式】

命令：UCS　　菜单：工具→新建 UCS

工具栏：UCS→UCS

功能区：单击“视图”选项卡“坐标”面板中的“UCS”按钮（如图 10-5 所示）

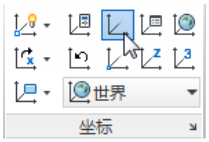


图 10-5　“坐标”面板

【操作提示】

```
命令：ucs↙
当前 UCS 名称：*世界*
指定 UCS 的原点或 [面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图(V)/世界(W)/X/Y/Z/Z 轴(ZA)] <世界>:
```

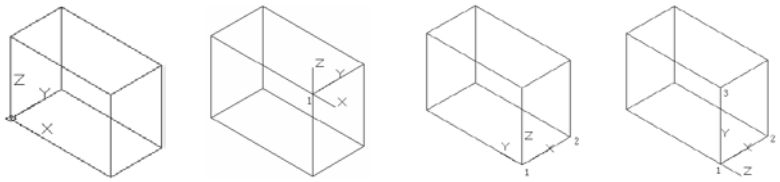
1．指定 UCS 的原点

使用一点、两点或三点定义一个新的 UCS。如果指定单个点 1，当前 UCS 的原点将会移动而不会更改 X、Y 和 Z 轴的方向。选择该选项，命令行提示与操作如下。

```
指定 X 轴上的点或 <接受>:（继续指定 X 轴通过的点 2 或直接按<enter>键，接受原坐标系 X 轴为新坐标系的 X 轴）
指定 XY 平面上的点或 <接受>:（继续指定 XY 平面通过的点 3，以确
```

定 Y 轴或直接按 enter 键，接受原坐标系 XY 平面为新坐标系的 XY 平面，根据右手法则，相应的 Z 轴也同时确定）

示意图如图 10-6 所示。



（a）原坐标系　（b）指定一点　（c）指定两点　（d）指定三点

图 10-6　指定原点

2．面（F）

将 UCS 与三维实体的选定面对齐。要选择一个面，请在此面的边界内或面的边上单击，被选中的面将亮显，UCS 的 X 轴将与找到的第一个面上最近的边对齐。选择该选项，命令行提示与操作如下。

选择实体对象的面：（选择面）
输入选项 [下一个(N)/X 轴反向(X)/Y 轴反向(Y)] <接受>: ↙（结果如图 10-7 所示）

如果选择“下一个”选项，系统将 UCS 定位于邻接的面或选定边的后向面。

3．对象（OB）

根据选定三维对象，定义新的坐标系，如图 10-8 所示。新建 UCS 的拉伸方向（Z 轴正方向）与选定对象的拉伸方向相同。选择该选项，命令行提示与操作如下。

选择对齐 UCS 的对象:（选择对象）

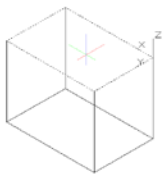


图 10-7　选择面确定坐标系

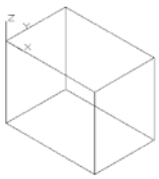


图 10-8　选择对象确定坐标系

对于大多数对象，新 UCS 的原点位于离选定对象最近的顶点处，并且 X 轴与一条边对齐或相切。对于平面对象，UCS 的 XY 平面与该对象所在的平面对齐。对于复杂对象，将重新定位原点，但是轴的当前方向保持不变。

4．视图（V）

以垂直于观察方向（平行于屏幕）的平面为 XY 平面，创建新的坐标系。UCS 原点保持不变。

5．世界（W）

将当前用户坐标系设置为世界坐标系。WCS 是所有用户坐标系的基准，不能被重新定义。

该选项不能用于下列对象：三维多段线、三维网格和构造线。

6．X、Y、Z

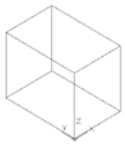
绕指定轴旋转当前 UCS。

7．Z 轴（ZA）

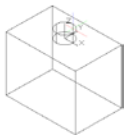
利用指定的 Z 轴正半轴定义 UCS。

10.1.3　动态坐标系

打开动态坐标系的具体操作方法是按下状态栏中的“允许/禁止动态 UCS”按钮。可以使用动态 UCS 在三维实体的平整面上创建对象，而无须手动更改 UCS 方向。在执行命令的过程中，当将光标移动到面上方时，动态 UCS 会临时将 UCS 的 XY 平面与三维实体的平整面对齐，如图 10-9 所示。



（a）原坐标系



（b）绘制圆柱体时的动态坐标系

图 10-9　动态 UCS

动态 UCS 激活后，指定的点和绘图工具（如极轴追踪和栅格）都将与动态 UCS 建立的临时 UCS 相关联。

10.2 观察模式

AutoCAD 2016 大大增强了图形的观察功能，在增强原有的动态观察功能和相机功能的前提下，又增加了视图控制器等功能。

10.2.1 动态观察（3DORBIT，3DO）

AutoCAD 2016 提供了具有交互控制功能的三维动态观测器。利用三维动态观测器，用户可以实时地控制和改变当前视口中创建的三维视图，以得到期望的效果。动态观察分为 3 类，分别是受约束的动态观察、自由动态观察和连续动态观察，具体介绍如下。

1．受约束的动态观察

【执行方式】

命令：3DORBIT　　快捷命令：3DO

菜单：视图→动态观察→受约束的动态观察

快捷菜单：启用交互式三维视图后，在视口中右击，打开快捷菜单，如图 10-10 所示，选择“受约束的动态观察”命令

工具栏：利用“动态观察”工具栏中的“受约束的动态观察”按钮或“三维导航”工具栏中的“受约束的动态观察”按钮，如图 10-11 所示

功能区：单击“视图”选项卡“导航”面板上的“动态观察”下拉菜单中的“动态观察”按钮（如图 10-12 所示）



图 10-10　快捷菜单



图 10-11　“动态观察”和“三维导航”工具栏

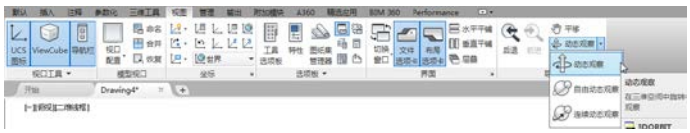


图 10-12　“动态观察”下拉菜单

【操作提示】

命令：3DORBIT↙

执行上述操作后，视图的目标将保持静止，而视点将围绕目标移动。但是，从用户的视点看起来就像三维模型正在随着光标的移动而旋转，用户可以以此方式指定模型的任意视图。

此时系统显示三维动态观察光标图标。如果水平拖动鼠标，相机将平行于世界坐标系（WCS）的 XY 平面移动。如果垂直拖动鼠标，相机将沿 Z 轴移动，如图 10-13 所示。



（a）原始图形　　（b）拖动鼠标

图 10-13　受约束的三维动态观察

3DORBIT 命令处于活动状态时，无法编辑对象。

2．自由动态观察

【执行方式】

命令：3DFORBIT
菜单：视图→动态观察→自由动态观察
快捷菜单：启用交互式三维视图后，在视口中右击，打开快捷菜单，如图 10-10 所示，选择“自由动态观察”命令
工具栏：利用“动态观察”工具栏中的“自由动态观察”按钮或“三维导航”工具栏中的“自由动态观察”按钮

功能区：单击“视图”选项卡“导航”面板上的“动态观察”下拉菜单中的“自由动态观察”按钮

【操作提示】

命令：3DFORBIT↙

执行上述操作后，在当前视口将出现一个绿色的大圆，在大圆上有4个绿色的小圆，如图 10-14 所示。此时通过拖动鼠标就可以对视图进行旋转观察。

在三维动态观测器中，查看目标的点被固定，用户可以利用鼠标控制相机位置绕观察对象旋转得到动态的观测效果。当光标在绿色大圆的不同位置进行拖动时，光标的表现形式是不同的，视图的旋转方向也不同。视图的旋转由光标的表现形式和其位置决定，光标在不同位置有、、、几种表现形式，可分别对对象进行不同形式的旋转。

3．连续动态观察

【执行方式】

命令：3DCORBIT
菜单：视图→动态观察→连续动态观察
快捷菜单：启用交互式三维视图后，在视口中右击，打开快捷菜单，如图 10-10 所示，选择“连续动态观察”命令
工具栏：利用“动态观察”工具栏中的“连续动态观察”按钮或“三维导航”工具栏中的“连续动态观察”按钮
功能区：单击“视图”选项卡“导航”面板上的“动态观察”下拉菜单中的“连续动态观察”按钮

【操作提示】

命令：3DCORBIT↙

执行上述操作后，绘图区出现动态观察图标，按住鼠标左键拖动，图形按鼠标拖动的方向旋转，旋转速度为鼠标拖动的速度，如图 10-15 所示。



图 10-14　自由动态观察



图 10-15　连续动态观察

如果设置了相对于当前 UCS 的平面视图，就可以在当前视图中用绘制二维图形的方法在三维对象的相应面上绘制图形。

10.2.2　视图控制器（NAVVCUBE）

使用视图控制器功能，可以方便地转换方向视图。

【执行方式】

命令：NAVVCUBE

【操作提示】

```
命令: navvcube↙
输入选项 [开(ON)/关(OFF)/设置(S)] <ON>:
```

上述命令控制视图控制器的打开与关闭。当打开该功能时，绘图区的右上角自动显示视图控制器，如图 11-16 所示。

单击控制器的显示面或指示箭头，界面图形就自动转换到相应的方向视图。图 11-17 所示为单击控制器“上”后，系统转换到上视图的情形。单击控制器上的按钮，系统回到西南等轴测视图。

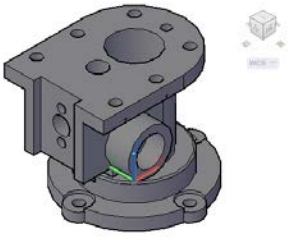


图 11-16　显示视图控制器

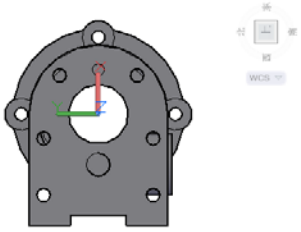


图 11-17　单击控制器“上”后的视图

10.3 三维绘制

10.3.1 绘制三维面（3DFACE，3F）

【执行方式】

命令：3DFACE　　快捷命令：3F
菜单：绘图→建模→网格→三维面

【操作提示】

命令：3DFACE↙
指定第一点或［不可见(I)］:（指定某一点或输入 I）

1．指定第一点

输入某一点的坐标或用鼠标确定某一点，以定义三维面的起点。在输入第一点后，可按顺时针或逆时针方向输入其余的点，以创建普通三维面。如果在输入 4 点后按 enter 键，则以指定第 4 点生成一个空间的三维平面。如果在提示下继续输入第二个平面上的第 3 点坐标和第 4 点坐标，则生成第二个平面。该平面以第一个平面的第 3 点和第 4 点作为第二个平面的第一点和第二点，创建第二个三维平面。继续输入点可以创建用户要创建的平面，按 Enter 键结束。

2．不可见（I）

控制三维面各边的可见性，以便创建有孔对象的正确模型。如果在输入某一边之前输入“I”，则可以使该边不可见。图 10-18 所示为创建一长方体时某一边使用 I 命令和不使用 I 命令的效果比较。



（a）可见边　　（b）不可见边

图 10-18　“不可见”选项的效果比较

10.3.2　绘制多边网格面（PFACE）

【执行方式】

命令：PFACE

【操作提示】

```
命令：PFACE↙
指定顶点 1 的位置:（输入点 1 的坐标或指定一点）
指定顶点 2 的位置或 <定义面>:（输入点 2 的坐标或指定一点）
……
指定顶点 n 的位置或 <定义面>:（输入点 N 的坐标或指定一点）
```

在输入最后一个顶点的坐标后，在提示下直接按 Enter 键，命令行提示与操作如下。

```
输入顶点编号或 [颜色(C)/图层(L)]:（输入顶点编号或输入选项）
```

输入平面上顶点的编号后，根据指定的顶点序号，AutoCAD 会生成一平面。当确定了一个平面上的所有顶点之后，在提示状态下按 enter 键，AutoCAD 则指定另外一个平面上的顶点。

10.3.3　绘制三维网格（3DMESH）

【执行方式】

命令：3DMESH

【操作提示】

```
命令：3DMESH↙
输入 M 方向上的网格数量:（输入 2～256 之间的值）
```

输入 N 方向上的网格数量：（输入 2～256 之间的值）
指定顶点(0,0)的位置：（输入第一行第一列的顶点坐标）
指定顶点(0,1)的位置：（输入第一行第二列的顶点坐标）
……
指定顶点(1,N-1)的位置：（输入第二行第 N 列的顶点坐标）
……
指定顶点(M-1,N-1)的位置：（输入第 M 行第 N 列的顶点坐标）

图 10-19 所示为绘制的三维网格表面。

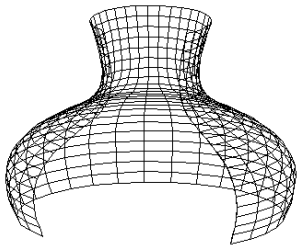


图 10-19　三维网格表面

10.4 绘制三维网格曲面

10.4.1　直纹曲面（RULESURF）

【执行方式】

命令：RULESURF
菜单：绘图→建模→网格→直纹网格
功能区：单击“三维工具”选项卡“建模”面板中的“直纹曲面”按钮（如图 10-20 所示）

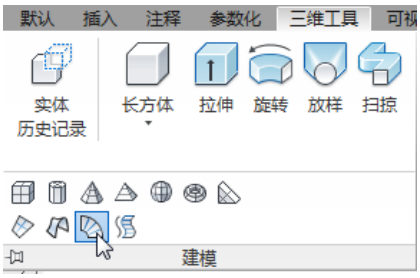


图 10-20　“建模”面板

【操作提示】

命令：RULESURF↙
当前线框密度：SURFTAB1=当前值
选择第一条定义曲线：指定第一条曲线
选择第二条定义曲线：指定第二条曲线

下面生成一个简单的直纹曲面。首先单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“西南等轴测”按钮，将视图转换为“西南等轴测”，然后绘制如图 10-21（a）所示的两个圆作为草图，执行直纹曲面命令 RULESURF，分别选择绘制的两个圆作为第一条和第二条定义曲线，最后生成的直纹曲面如图 10-21（b）所示。



（a）作为草图的圆　　（b）生成的直纹曲面

图 10-21　绘制直纹曲面

10.4.2　平移曲面（TABSURF）

【执行方式】

命令：TABSURF
菜单：绘图→建模→网格→平移网格
功能区：单击“三维工具”选项卡“建模”面板中的“平移曲面”按钮

【操作提示】

命令：TABSURF↙
当前线框密度：SURFTAB1=6
选择用作轮廓曲线的对象：（选择一个已经存在的轮廓曲线）
选择用作方向矢量的对象：（选择一个方向线）

1．轮廓曲线

轮廓曲线可以是直线、圆弧、圆、椭圆、二维或三维多段线。

AutoCAD 默认从轮廓曲线上离选定点最近的点开始绘制曲面。

2．方向矢量

方向矢量的作用是指出形状的拉伸方向和长度。在多段线或直线上选定的端点决定拉伸的方向。

图 10-22 所示为选择图 10-22（a）中的六边形为轮廓曲线对象，以图 10-22（a）中所绘制的直线为方向矢量绘制的图形，平移后的曲面图形如图 10-22（b）所示。



（a）六边形和方向矢量　　（b）平移后的曲面

图 10-22　绘制及平移曲面

10.4.3　边界曲面（EDGESURF）

【执行方式】

命令：EDGESURF
菜单：绘图→建模→网格→边界网格
功能区：单击“三维工具”选项卡“建模”面板中的“边界曲面”按钮

【操作提示】

```
命令：EDGESURF↙
当前线框密度：SURFTAB1=6 SURFTAB2=6
选择用作曲面边界的对象 1：（选择第一条边界线）
选择用作曲面边界的对象 2：（选择第二条边界线）
选择用作曲面边界的对象 3：（选择第三条边界线）
选择用作曲面边界的对象 4：（选择第四条边界线）
```

系统变量 SURFTAB1 和 SURFTAB2 分别控制 M、N 方向的网格分段数。可通过在命令行输入 SURFTAB1 改变 M 方向的默认值，在命令行输入 SURFTAB2 改变 N 方向的默认值来实现。

下面生成一个简单的边界曲面。首先选择菜单栏中的“视图”→“三维视图”→“西南等轴测”命令，将视图转换为“西南等轴测”，绘制 4 条首尾相连的边界，如图 10-23（a）所示。在绘制边界的过程中，为了方便绘制，可以先绘制一个基本三维表面中的立方体作为辅助立体，在它上面绘制边界，然后再将其删除。执行边界曲面命令 EDGESURF，分别选择绘制的 4 条边界，则得到如图 10-23（b）所示的边界曲面。



（a）边界曲线　　（b）生成的边界曲面

图 10-23　边界曲面

10.4.4　旋转曲面（REVSURF，REV）

【执行方式】

命令：REVSURF　　快捷命令：REV
菜单：绘图→建模→网格→旋转网格

【操作提示】

命令：REVSURF↙
当前线框密度：SURFTAB1=6　SURFTAB2=6
选择要旋转的对象：（选择已绘制好的直线、圆弧、圆或二维、三维多段线）
选择定义旋转轴的对象：（选择已绘制好用作旋转轴的直线或开放的二维、三维多段线）
指定起点角度<0>：（输入值或直接按 Enter 键接受默认值）
指定夹角（+=逆时针，—=顺时针）<360>：（输入值或直接按 Enter 键接受默认值）

1．起点角度

如果设置为非零值，平面将从生成路径曲线位置的某个偏移处开始旋转。

2．包含角

用来指定绕旋转轴旋转的角度。

3．系统变量 SURFTAB1 和 SURFTAB2

用来控制生成网格的密度。SURFTAB1 指定在旋转方向上绘制的网格线数目；SURFTAB2 指定绘制的网格线数目进行等分。

图 10-24 所示为利用 REVSURF 命令绘制的花瓶。



（a）轴线和回转轮廓线　（b）回转面　（c）调整视角

图 10-24　绘制花瓶

10.4.5　操作实例——弹簧的绘制

绘制如图 10-25 所示的弹簧。

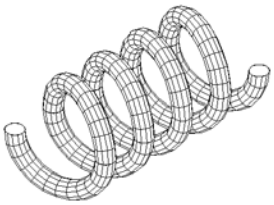


图 10-25　弹簧

【绘制步骤】

01 利用 UCS 命令设置用户坐标系。

```
    命令：UCS↙
    当前 UCS 名称： *世界*
    指定 UCS 的原点或 [面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图
(V)/世界(W)/X/Y/Z/Z 轴(ZA)]<世界>：200,200,0↙
    指定 X 轴上的点或 <接受>:↙
```

02 利用“多段线”快捷命令 PL，在命令行提示下依次输入(0，0，0)、(@200<15)、(@200<165)，绘制多段线。重复上述步骤，结果如图 10-26 所示。

03 利用“圆”快捷命令 C，指定多段线的起点为圆心，半径为 20，结果如图 10-27 所示。

04 利用“复制”快捷命令 CO，结果如图 10-28 所示。重复上述步骤，结果如图 10-29 所示。

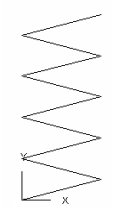


图 10-26　绘制结果

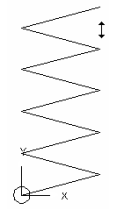


图 10-27　绘制结果

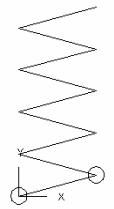


图 10-28　复制圆

05 利用“直线”快捷命令 L，直线的起点为第一条多段线的中点，终点的坐标为(@50<105)。重复上述步骤，结果如图 10-30 所示。

06 利用“直线”快捷命令 L，直线的起点为第一条多段线的中点，终点的坐标为(@50<75)。重复上述步骤，结果如图 10-31 所示。

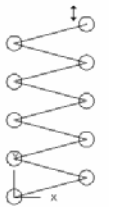


图 10-29　绘制结果

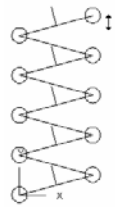


图 10-30　绘制结果

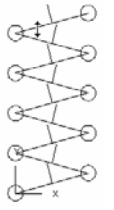


图 10-31　绘制结果

07 利用 SUPFTAB1 和 SUPFTAB2 命令修改线条密度。

```
命令：SURFTAB1↙
输入 SURFTAB1 的新值<6>：12↙
命令：SURFTAB2↙
输入 SURFTAB2 的新值<6>：12↙
```

08 利用“旋转曲面”快捷命令 REVSURF，命令行提示与操作如下。

```
命令：REVSURF↙
```

```
当前线框密度：SURFTAB1=12  SURFTAB2=12
选择要旋转的对象：（用鼠标点取第一个圆）
选择定义旋转轴的对象：（选中与对应圆心连线垂直的线为对称轴）
指定起点角度<0>：↙
指定夹角（+=逆时针，-=顺时针）<360>：-180↙
```

结果如图 10-32 所示。重复上述步骤，结果如图 10-33 所示。

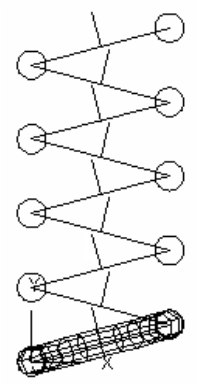


图 10-32　绘制结果

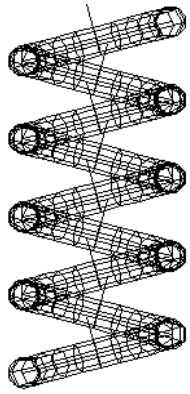


图 10-33　绘制结果

09 单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“西南等轴测”按钮，切换视图。

10 利用“删除”快捷命令 E，删除多余的线条。

11 利用“消隐”快捷命令 HI，对图形消隐，最终结果如图 10-25 所示。

10.5 编辑三维曲面

10.5.1 三维镜像（MIRROR3D）

【执行方式】

```
命令行：MIRROR3D
菜单栏：修改→三维操作→三维镜像
```

【操作提示】

```
命令：MIRROR3D↙
```

选择对象：（选择要镜像的对象）
选择对象：↙（选择下一个对象或按 Enter 键）
指定镜像平面(三点)的第一个点或 [对象(O)/上一个(L)/Z 轴(Z)/视图(V)/E:\博文视点\2015-345 AutoCAD 2016 中文版快捷命令权威授权版(顾慧芳)\acr_m17.html - 2145298XY 平面(XY)/YZ 平面(YZ)/ZX 平面(ZX)/E:\博文视点\2015-345 AutoCAD 2016 中文版快捷命令权威授权版（顾慧芳）\acr_m17.html - 2145339 三点(3)] <三点>：

1．点

输入镜像平面上点的坐标。该选项通过 3 个点确定镜像平面，是系统的默认选项。

2．Z 轴（Z）

利用指定的平面作为镜像平面。选择该选项后，命令行提示与操作如下。

在镜像平面上指定点：（输入镜像平面上一点的坐标）
在镜像平面的 Z 轴(法向）上指定点：（输入与镜像平面垂直的任意一条直线上任意一点的坐标）
是否删除源对象？[是(Y)/否(N)]：（根据需要确定是否删除源对象）

3．视图（V）

指定一个平行于当前视图的平面作为镜像平面。

4．XY（YZ、ZX）平面

指定一个平行于当前坐标系 XY（YZ、ZX）平面的平面作为镜像平面。

10.5.2　三维阵列（3DARRAY）

【执行方式】

命令：3DARRAY　　工具栏：建模→三维阵列
菜单：修改→三维操作→三维阵列

【操作提示】

命令：3DARRAY↙
选择对象：（选择要阵列的对象）

```
选择对象：↙（选择下一个对象或按 Enter 键）
输入阵列类型[矩形(R)/环形(P)]<矩形>：
```

1．矩形（R）

对图形进行矩形阵列复制，是系统的默认选项。选择该选项后，命令行提示与操作如下。

```
输入行数(---）<1>:（输入行数）
输入列数(|||）<1>:（输入列数）
输入层数(…）<1>:（输入层数）
指定行间距(---v:（输入行间距）
指定列间距(|||):（输入列间距）
指定层间距(…):（输入层间距）
```

2．环形（P）

对图形进行环形阵列复制。选择该选项后，命令行提示与操作如下。

```
输入阵列中的项目数目:（输入阵列的数目）
指定要填充的角度（+=逆时针，一=顺时针）<360>:（输入环形阵列的圆心角）
旋转阵列对象？[是(Y)/否(N)]<是>:（确定阵列上的每一个图形是否根据旋转轴线的位置进行旋转）
指定阵列的中心点:（输入旋转轴线上一点的坐标）
指定旋转轴上的第二点:（输入旋转轴线上另一点的坐标）
```

图 10-34 所示为 3 层 3 行 3 列，间距都为 300 的圆柱的矩形阵列。图 10-35 所示为圆柱的环形阵列。

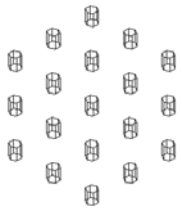


图 10-34　矩形三维阵列

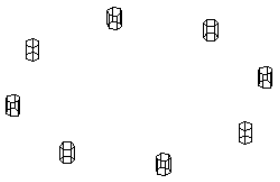


图 10-35　环形三维阵列

10.5.3　对齐对象（ALIGN，AI）

【执行方式】

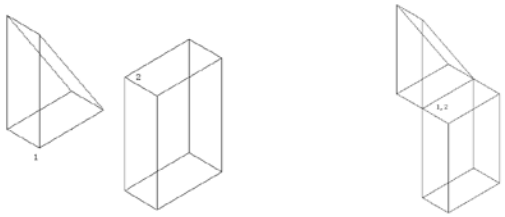
```
命令：ALIGN                    快捷命令：AL
```

菜单：修改→三维操作→对齐　　工具栏：建模→三维对齐

【操作提示】

命令：ALIGN↙
选择对象：（选择要对齐的对象）
选择对象：↙（选择下一个对象或按 Enter 键）
指定一对、两对或 E:\博文视点\2015-345 AutoCAD 2016 中文版快捷命令权威授权版（顾慧芳）\acr_a10.html - 1619367 三对点，将选定对象对齐
指定第一个源点：选择点 1
指定第一个目标点：选择点 2
指定第二个源点：↙

对齐结果如图 10-36 所示。两对点和三对点与一对点的情形类似。



（a）对齐前　　（b）对齐后

图 10-36　一点对齐

10.5.4　三维移动（3DMOVE）

【执行方式】

命令：3DMOVE　　工具栏：建模→三维移动
菜单：修改→三维操作→三维移动
功能区：单击“三维工具”选项卡“选择”面板中的“移动小控件”按钮。

【操作提示】

命令：3DMOVE↙
选择对象：找到 1 个
选择对象：↙
指定基点或[位移(d)] <位移>:（指定基点）
指定第二个点或 <使用第一个点作为位移>:（指定第二点）

其操作方法与二维移动命令类似。图 10-37 所示为将滚珠从轴承中移出的情形。

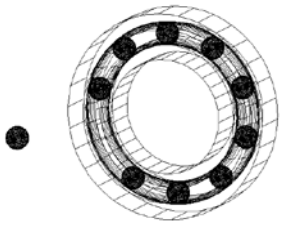


图 10-37　三维移动

10.5.5　三维旋转（3DROTATE）

【执行方式】

命令：3DROTATE　　工具栏：建模→三维旋转

菜单：修改→三维操作→三维旋转

功能区：单击“三维工具”选项卡“选择”面板中的“旋转小控件”按钮。

【操作提示】

```
命令：3DROTATE↙
UCS 当前的正角方向：  ANGDIR=逆时针  ANGBASE=0
选择对象：（选择一个滚珠）
选择对象：↙
指定基点：（指定圆心位置）
拾取旋转轴：（选择图 10-38 所示的轴）
指定角的起点或输入角度：（选择图 10-38 所示的中心点）
指定角的端点：（指定另一点）
```

旋转结果如图 10-39 所示。

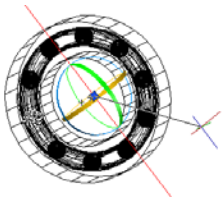


图 10-38　指定参数

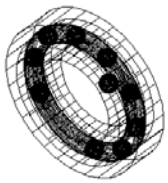


图 10-39　旋转结果

10.6 综合实例——茶壶

分析图 10-40 所示的茶壶，茶壶嘴的建立是一个需要特别注意的地方，因为如果使用三维实体建模工具很难建立起图示的实体模型。因而采用建立曲面的方法来建立茶壶嘴的表面模型。茶壶把采用沿轨迹拉伸截面的方法生成。茶壶身则采用旋转曲面的方法生成。



图 10-40　茶壶

10.6.1 绘制茶壶拉伸截面

【绘制步骤】

01 利用“图层”快捷命令 LA，打开“图层特性管理器”对话框，如图 10-41 所示。利用图层特性管理器创建“辅助线”图层和“茶壶”图层。



图 10-41　图层特性管理器

02 在“辅助线”图层上绘制一条竖直线段，作为旋转直线，如图 10-42 所示。利用“实时缩放”快捷命令 Z，将所绘直线区域放大。

03 将“茶壶”图层设置为当前图层。利用“多段线”快捷命令 PL，绘制茶壶半轮廓线，如图 10-43 所示。

图 10-42　绘制旋转轴



图 10-43　绘制茶壶半轮廓线

04 利用“镜像”快捷命令 MI，将茶壶半轮廓线以辅助线为对称轴镜像到直线的另一侧。

05 利用“多段线”快捷命令 PL，按照图 10-44 所示的样式绘制茶壶嘴和茶壶把轮廓线。

06 单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“西南等轴测”按钮，将当前视图切换为西南等轴测视图，如图 10-45 所示。

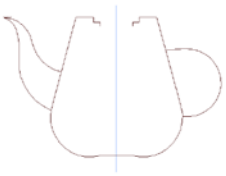


图 10-44　绘制壶嘴和壶把轮廓线



图 10-45　西南等轴测视图

07 利用“坐标系”快捷命令 UCS，执行坐标编辑命令，新建如图 10-46 所示的坐标系。

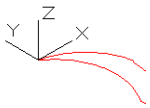


图 10-46　新建坐标系

08 为使用户坐标系不在茶壶嘴上显示，命令行提示与操作如下。

```
    命令: UCSICON
    输入选项 [开(ON)/关(OFF)/全部(A)/非原点(N)/原点(OR)/特性
(P)] <关>: n↙
```

09 利用“坐标系”快捷命令 UCS，执行坐标编辑命令，将坐标系绕 X 轴旋转 90° 。

10 利用“圆弧”快捷命令 A，在茶壶嘴处画一圆弧，如图 10-47 所示。下面在茶壶嘴与茶壶身交接处绘一段圆弧。

11 利用“坐标系”快捷命令 UCS，执行坐标编辑命令，新建坐标系。新坐标以茶壶嘴与茶壶体连接处的下端点为新的原点，以连接处的上端点为 X 轴，Y 轴方向取默认值。

12 利用“坐标系”快捷命令 UCS，执行坐标编辑命令，旋转坐标系，使当前坐标系绕 X 轴旋转 90° 。

13 利用“椭圆弧”快捷命令 EL，以茶壶嘴和茶壶体的两个交点作为圆弧的两个端点，选择合适的切线方向绘制图形，如图 10-48 所示。



图 10-47　绘制茶壶嘴处圆弧

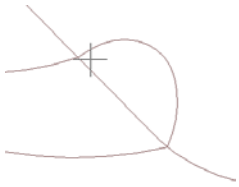


图 10-48　绘制茶壶嘴与茶壶体交接处的圆弧

14 利用“多段线”快捷命令 PL，捕捉茶壶嘴处的圆弧端点，分别绘制两条多段线，并将原来的多段线删除掉，如图 10-49 所示。



图 10-49 绘制多段线

10.6.2　拉伸茶壶截面

【绘制步骤】

01 修改三维表面的显示精度。将系统变量 SURFTAB1 和 SURFTAB2 的值设为 20，命令行提示如下。

```
命令: SURFTAB1↙
输入 SURFTAB1 的新值 <6>: 20↙
命令: SURFTAB2↙
```

```
输入 SURFTAB2 的新值 <6>: 20↙
```

02 利用“边界网格”快捷命令 EDGESURF，绘制茶壶嘴曲面。命令行提示如下。

```
命令：EDGESURF↙
当前线框密度：SURFTAB1=6 SURFTAB2=6
选择用作曲面边界的对象 1：（依次选择茶壶嘴的 4 条边界线）
选择用作曲面边界的对象 2：（依次选择茶壶嘴的 4 条边界线）
选择用作曲面边界的对象 3：（依次选择茶壶嘴的 4 条边界线）
选择用作曲面边界的对象 4：（依次选择茶壶嘴的 4 条边界线）
```

得到图 10-50 所示茶壶嘴的半曲面。

03 镜像绘制茶壶嘴的另半部分。利用“三维镜像”快捷命令 MIRROR3D，创建茶壶嘴下半部分曲面。命令行提示与操作如下。

```
命令: MIRROR3D
选择对象:（选择茶壶嘴半曲面）
选择对象: ↙
指定镜像平面(三点)的第一个点或 [对象(O)/最近的(L)/Z 轴(Z)/视图(V)/XY 平面(XY)/YZ 平面(YZ)/ZX 平面(ZX)/三点(3)]<三点>: XY↙
指定 XY 平面上的点 <0,0,0>:↙
是否删除源对象? [是(Y)/否(N)] <否>:↙
```

绘制结果如图 10-51 所示。

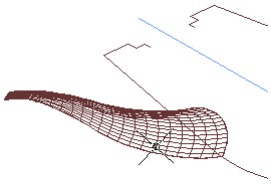


图 10-50 绘制茶壶嘴半曲面

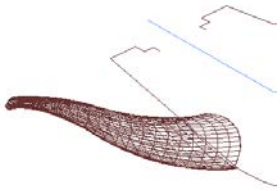


图 10-51 茶壶嘴下半部分曲面

04 利用“坐标系”快捷命令 UCS，执行坐标编辑命令，新建坐标系。利用“捕捉到端点”的捕捉方式，选择茶壶把与茶壶体的上部交点作为新的原点，茶壶把多段线的第一段直线的方向作为 X 轴正方向，按 Enter 键，接受 Y 轴的默认方向。

05 利用“坐标系”快捷命令 UCS，执行坐标编辑命令，将坐标系绕 Y 轴旋转 -90°，即沿顺时针方向旋转 90°，得到如图 10-52 所示的新坐标系。

06 绘制茶壶把的椭圆截面。利用“椭圆”快捷命令 EL，绘制如图 10-53 所示的椭圆截面。

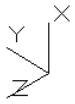


图 10-52　新建坐标系

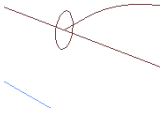


图 10-53　绘制茶壶把的椭圆截面

07 利用“拉伸”快捷命令 EXT，将椭圆截面沿茶壶把轮廓线拉伸成茶壶把，创建茶壶把。命令行操作如下。

```
命令: extrude↙
当前线框密度: ISOLINES=4
选择要拉伸的对象或 [模式(MO)]: （选择椭圆截面）
选择要拉伸的对象或 [模式(MO)]: ↙
指定拉伸的高度或 [方向(D)/路径(P)/倾斜角(T)]: p↙
选择拉伸路径或[倾斜角(T)]:（选择茶壶把轮廓线）
```

绘制结果如图 10-54 所示。

08 利用“多段线编辑”快捷命令 PEDIT，将茶壶体轮廓线合并成一条多段线。

09 执行“旋转网格”快捷命令 REVSURF，命令行提示如下。

```
命令：REVSURF↙
当前线框密度：SURFTAB1=20  SURFTAB2=20
选择要旋转的对象：（指定茶壶体轮廓线）
选择定义旋转轴的对象：（指定已绘制好的用作旋转轴的辅助线）
指定起点角度<0>：↙
指定夹角(+=逆时针，-=顺时针）<360>:↙
```

旋转茶壶体曲线，得到茶壶体表面，如图 10-55 所示。

10 利用“坐标系”快捷命令 UCS，执行坐标编辑命令，返回世界坐标系，然后再次执行 UCS 命令将坐标系绕 X 轴旋转–90°。

11 关闭“辅助线”图层。然后利用“消隐”快捷命令 HI，对模型进行消隐处理。

12 选择菜单栏中的“修改/三维操作/三维旋转”命令，将茶壶图形旋转 90°，如图 10-56 所示。

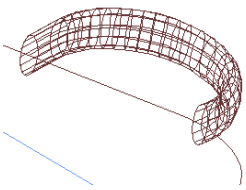


图 10-54　拉伸茶壶把

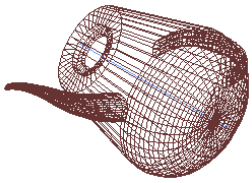


图 10-55　建立茶壶体表面

13 单击“可视化”选项卡“材质”面板中的“材质浏览器”按钮，打开“材质浏览器”选项板，为茶壶赋上合适的材质，然后执行“渲染”快捷命令 RENDER，结果如图 10-57 所示。



图 10-56　世界坐标系下的视图



图 10-57　消隐处理后的茶壶模型

10.6.3　绘制茶壶盖

【绘制步骤】

01 利用“坐标系”快捷命令 UCS，执行坐标编辑命令，新建坐标系，然后将坐标系切换到世界坐标系，并将坐标系放置在中心线端点。

02 单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“前视”按钮，切换到前视图中，然后利用“多段线”快捷命令 PL，绘制茶壶盖轮廓线，如图 10-58 所示。



图 10-58　绘制茶壶盖轮廓线

03 利用“旋转网格”快捷命令 REVSURF，将上一步绘制的多段线绕中心线旋转 360°，结果如图 10-59 所示。

```
命令: REVSURF
当前线框密度: SURFTAB1=20  SURFTAB2=6
```

```
选择要旋转的对象:（选择上一步绘制的）
选择定义旋转轴的对象:（选择中心线）
指定起点角度 <0>:↙
指定包含角 (+=逆时针，-=顺时针) <360>:↙
```

04　单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“西南等轴测”按钮，切换到西南等轴测视图中，然后利用“消隐”快捷命令 HI，将已绘制的图形消隐。消隐后的效果如图 10-60 所示。

05　单击“视图”选项卡“视觉样式”面板中的“前视”按钮，将视图方向设定为前视图，然后利用“多段线”快捷命令 PL， 绘制如图 10-59 所示的多段线。

06　利用“旋转网格”快捷命令 revsurf，将绘制好的多段线绕多段线旋转 360°，如图 10-61 所示。



图 10-59　消隐后的茶壶盖



图 10-60　绘制茶壶盖上端



图 10-61　旋转网格

07　利用“消隐”快捷命令 HI，将已绘制的图形消隐，茶壶消隐后的效果如图 10-62 所示。



图 10-62　茶壶消隐后的效果

第11章 实体造型

实体建模是 AutoCAD 三维建模中比较重要的一部分。实体模型能够完整描述对象的 3D 模型，比三维线框、三维曲面更能表达实物。这些功能命令的工具栏操作主要集中在“实体”工具栏和“实体编辑”工具栏。

本章主要介绍三维坐标系统的建立，三维面、三维网格曲面、基本三维表面及基本三维实体的绘制，三维实体的编辑，三维实体的布尔运算，三维实体的着色与渲染等内容。

11.1 创建基本三维实体

11.1.1 创建长方体（BOX）

【执行方式】

命令：BOX　　菜单：绘图→建模→长方体
工具栏：建模→长方体
功能区：单击“三维工具”选项卡“建模”面板中的“长方体”按钮

【操作提示】

命令：BOX↙
指定第一个角点或［中心(C)］<0,0,0>：（指定第一点或按 Enter 键表示原点是长方体的角点，或输入“C”表示中心点）

1．指定第一个角点

用于确定长方体的一个顶点位置。选择该选项后，命令行提示与操

作如下。

指定其他角点或 [立方体(C)/长度(L)]：（指定第二点或输入选项）

（1）角点：用于指定长方体的其他角点。输入另一角点的数值，即可确定该长方体。如果输入的是正值，则沿着当前 UCS 的 X、Y 和 Z 轴的正向绘制长度。如果输入的是负值，则沿着 X、Y 和 Z 轴的负向绘制长度。图 11-1 所示为利用角点选项创建的长方体。

（2）立方体（C）：用于创建一个长、宽、高相等的长方体。图 11-2 所示为利用立方体选项创建的长方体。

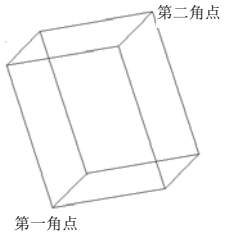


图 11-1　利用角点选项创建的长方体

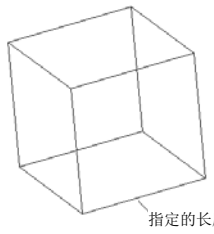


图 11-2　利用立方体选项创建的长方体

（3）长度（L）：按要求输入长、宽、高的值。图 11-3 所示为利用长、宽、高选项创建的长方体。

如果在创建长方体时选择“立方体”或“长度”选项，则还可以指定长方体在 XY 平面中的旋转角度。

2．中心点

利用指定的中心点创建长方体。如图 11-4 所示为利用中心点选项创建的长方体。

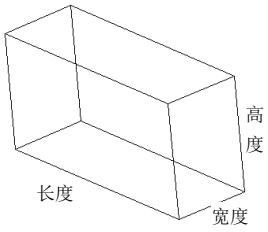


图 11-3　利用长、宽、高选项创建的长方体

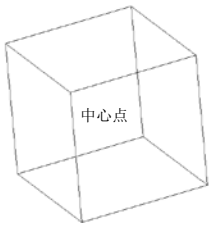


图 11-4　利用中心点选项创建的长方体

11.1.2　圆柱体（CYLINDER，CYL）

【执行方式】

命令：CYLINDER　　快捷命令：CYL
菜单：绘图→建模→圆柱体
工具栏：建模→圆柱体
功能区：单击“三维工具”选项卡“建模”面板中的“圆柱体”按钮

其他的基本实体，如楔体、圆锥体、球体、圆环体等的创建方法与长方体和圆柱体类似，不再赘述。

11.1.3　操作实例——弯管接头绘制

绘制如图 11-5 所示的弯管接头。

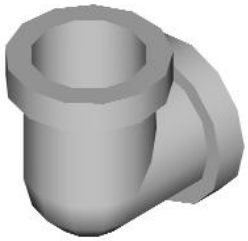


图 11-5　弯管接头

【绘制步骤】

01 单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“西南等轴测”按钮,切换视图。

02 利用“圆柱体”快捷命令 CYL，绘制一个底面中心点为(0,0,0)，半径为 20，高度为 40 的圆柱体。命令行提示如下。

```
    命令: CYL↙
    指定底面的中心点或 [三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)/椭
圆(E)]: 0,0,0↙
    指定底面半径或 [直径(D)] <20.0000>: 20↙
    指定高度或 [两点(2P)/轴端点(A)] <10.0000>: 40↙
```

03 按上述步骤，绘制底面中心点为(0,0,40)，半径为 25，高度为-10 的圆柱体。

04 按上述步骤，绘制底面中心点为(0,0,0)，半径为 20，轴端点为(40,0,0)的圆柱体。命令行提示如下。

```
    命令: CYL↙
    指定底面的中心点或 [三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)/椭
圆(E)]: 0,0,0↙
    指定底面半径或 [直径(D)] <25.0000>: 20↙
    指定高度或 [两点(2P)/轴端点(A)] <-10.0000>: a↙
    指定轴端点: 40,0,0↙
```

05 按上述步骤，绘制底面中心点为(40, 0,0)，半径为 25，轴端点为(@ -10, 0,0)的圆柱体。

06 利用“球体”快捷命令 SPHERE，绘制一个球点在原点，半径为 20 的球。命令行提示与操作如下。

```
    命令: SPHERE
    指定中心点或 [三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)]:0,0,0
↙
    指定半径或 [直径(D)]: 20↙
```

07 利用“消隐”快捷命令 HI，对绘制好的模型进行消隐。此时窗口图形如图 11-6 所示。

08 利用“并集”快捷命令 UNI，将上一步绘制的所有模型组合成一个整体。此时窗口图形如图 11-7 所示。

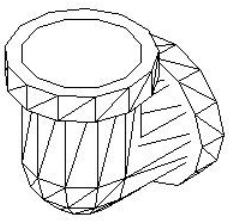


图 11-6　弯管主体

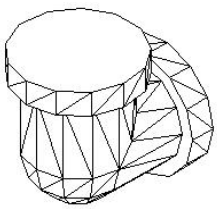


图 11-7　并集后的弯管主体

09 利用“圆柱体”快捷命令 CYL，绘制底面中心点在原点，直径为 35，高度为 40 的圆柱体。

10 利用“圆柱体”快捷命令 CYL，绘制底面中心点在原点，直径为 35，轴端点为(40,0,0)的圆柱体。

11 利用“球体”快捷命令 SPHERE，绘制一个球点在原点，直径为 35 的球。

12 利用“差集”快捷命令 SU，对弯管和直径为 35 的圆柱体和球体进行布尔运算。

13 利用“消隐”快捷命令 HI，对绘制好的模型进行消隐。此时图形如图 11-8 所示。渲染后的效果如图 11-5 所示。

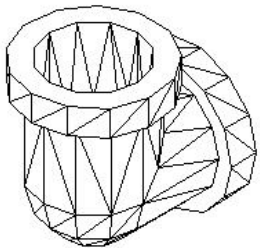


图 11-8　弯管消隐图

11.2 特征操作

11.2.1 拉伸（EXTRUDE，EXT）

【执行方式】

命令：EXTRUDE　　快捷命令：EXT
菜单：绘图→建模→拉伸
工具栏：建模→拉伸
功能区：单击“三维工具”选项卡“建模”面板中的“拉伸”按钮

11.2.2 操作实例——旋塞体的绘制

绘制如图 11-9 所示的旋塞体。



图 11-9　旋塞体

【绘制步骤】

01　“圆”快捷命令 C，以(0,0,0)为圆心，以 30、40 和 50 为半径绘制圆。

02　单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“西南等轴测”按钮，将当前视图设为西南等轴测视图。绘制结果如图 11-10 所示。

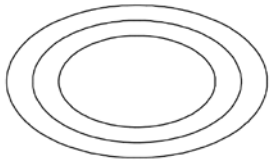


图 11-10　绘制圆

03　利用“拉伸”快捷命令 EXT，拉伸半径为 50 的圆，生成圆柱体。命令行提示与操作如下。

```
命令：EXT↙
当前线框密度：ISOLINES=4 闭合轮廓创建模式 = 实体
选择要拉伸的对象或 [模式(MO)]：（选择绘制好的半径为 50 的圆）
选择要拉伸的对象或 [模式(MO)]：  ↙
指定拉伸的高度或 [方向(D)/路径(P)/倾斜角(T)/表达式(E)]：5 ↙
```

04　利用“拉伸”快捷命令 EXT，拉伸半径为 40 的圆，倾斜角度为 10，拉伸高度为 80。命令行提示与操作如下。

```
命令：EXT↙
当前线框密度：  ISOLINES=4   闭合轮廓创建模式 = 实体
选择要拉伸的对象或 [模式(MO)]：（选择半径为 40 的圆）
选择要拉伸的对象或 [模式(MO)]：↙
指定拉伸的高度或 [方向(D)/路径(P)/倾斜角(T)/表达式(E)]：T↙
指定拉伸的倾斜角度或 [表达式(E)] <0>：10↙
指定拉伸的高度或 [方向(D)/路径(P)/倾斜角(T)/表达式(E)]:80
↙
```

同样利用“拉伸”快捷命令 EXT，拉伸半径为 30 的圆，倾斜角度为 10，拉伸高度为 80。缩放至合适大小，重新生成图形，如图 11-11 所示。

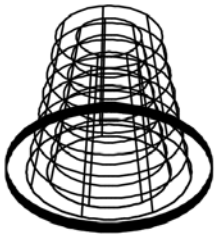


图 11-11　拉伸圆

05 利用“并集”快捷命令 UNI，将半径为 40 与 50 的圆拉伸出的建模合并。

06 利用“差集”快捷命令 SU，选择底座与半径为 30 的圆柱体进行差集。消隐处理之后效果如图 11-12 所示。

07 利用“圆柱体”快捷命令 CYL，绘制底面中心点为(-20,0,50)，半径为 20，轴端点为(@-50,0,0)的圆柱体。

08 用同样的方法，利用“圆柱体”快捷命令 CYL，绘制半径为 15 的同心圆柱。

09 利用“差集”快捷命令 SU，对半径为 20 的圆柱与半径为 15 的圆柱进行差集运算。

10 利用“并集”快捷命令 UNI，选择所有建模进行合并。消隐之后效果如图 11-13 所示。

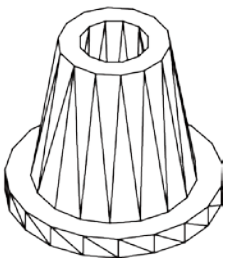


图 11-12　并集差集处理

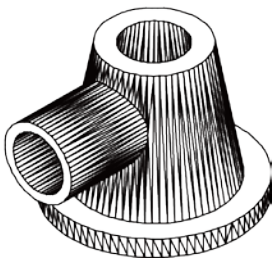


图 11-13　旋塞体

11.2.3　旋转（REVOLVE，REV）

【执行方式】

命令：REVOLVE　　快捷命令：REV
菜单：绘图→建模→旋转
工具栏：建模→旋转
功能区：单击“三维工具”选项卡“建模”面板中的“旋转”按钮

11.2.4　操作实例——带轮的绘制

分析图 11-14 所示的带轮，它除了有比较规则的建模部分外，还有不规则的部分，如弧形孔。通过绘制带轮，读者应该学会创建复杂建模的思路，如何从简单到复杂，如何从规则图形到不规则图形。本例可通过如下几步实现：①绘制截面轮廓线。②绘制轮毂。③绘制弧形孔（很有技巧）。

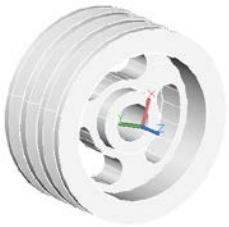


图 11-14　带轮

【绘制步骤】

01　绘制截面轮廓线

（1）利用“多段线”快捷命令 PL，绘制轮廓线。在命令行提示下依次输入(0,0)、(0,240)、(250,240)、(250,220)、(210,207.5)、(210,182.5)、(250,170)、(250,145)、(210,132.5)、(210,107.5)、(250,95)、(250,70)、(210,57.5)、(210,32.5)、(250,20)、(250,0)、C。结果如图 11-15 所示。

（2）执行“旋转”快捷命令 REV，命令行操作如下。

```
命令：REV↙
当前线框密度：ISOLINES=4，闭合轮廓创建模式 = 实体
选择要旋转的对象或[模式(MO)]：（选择刚绘制的多段线）
```

```
    选择要旋转的对象或[模式(MO)]: ↙
    指定轴起点或根据以下选项之一定义轴[对象(O)/X/Y/Z] <对象>:
0,0↙
    指定轴起点：0,240↙
    指定旋转角度或[起点角度(ST)/反转(R)/表达式(EX)] <360>: ↙
```

（3）单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“西南等轴测”按钮，切换视图。

（4）执行“消隐”快捷命令 HI，结果如图 11-16 所示。

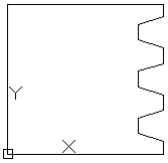


图 11-15　带轮轮廓线



图 11-16　旋转后的带轮

02 绘制轮毂

（1）利用“坐标系”快捷命令 UCS，设置新的坐标系。

```
    命令:UCS↙
    当前 UCS 名称: *世界*
    指定 UCS 的原点或 [面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图(V)/
世界(W)/X/Y/Z/Z 轴(ZA)] <世界>:x↙
    指定绕 X 轴的旋转角度<90>: ↙
```

（2）利用“圆”快捷命令 C，绘制一个圆心在原点，半径为 190 的圆。

（3）利用“圆”快捷命令 C，绘制圆心在(0,0,-250)，半径为 190 的圆。

（4）利用“圆”快捷命令 C，绘制圆心在(0,0,-45)，半径为 50 的圆。

（5）利用“圆”快捷命令 C，绘制圆心在(0,0,-45)，半径为 80 的圆，如图 11-17 所示。

（6）利用“拉伸”快捷命令 EXT，拉伸离原点较近的半径为 190 的圆，拉伸高度为-85。

（7）按上述方法拉伸离原点较远的半径为 190 的圆，高度为 85。将半径为 50 和 80 的圆拉伸，高度为-160。此时图形如图 11-18 所示。

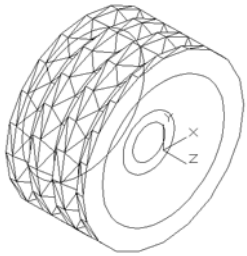


图 11-17　带轮的中间图

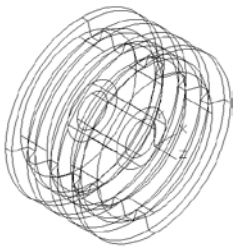


图 11-18　拉伸后的建模

（8）利用“差集”快捷命令 SU，从带轮主体中减去半径为 190 拉伸的建模，对拉伸后的建模进行布尔运算。

（9）利用“并集”快捷命令 UNI，对带轮主体与半径为 80 拉伸的建模进行计算。

（10）利用“差集”快捷命令 SU，从带轮主体中减去半径为 50 拉伸的建模。

（11）选择“视图”→“视觉样式”→“带边缘着色”菜单命令。对建模进行带边框的体着色，结果如图 11-19 所示。

03 绘制孔

（1）选择“视图”→“三维视图”→“平面视图”→“当前 UCS”菜单命令。

（2）利用“圆”快捷命令 C，绘制 3 个圆心在原点，半径分别为 170、100 和 135 的圆。

（3）利用“圆”快捷命令 C，绘制一个圆心在(135,0)，半径为 35 的圆。

（4）利用“复制”快捷命令 CO，复制半径为 35 的圆，并将它放在原点。

（5）利用“移动”快捷命令 M，移动在原点的半径为 35 的圆，移动位移@135<60。

（6）利用“裁剪”快捷命令 TR，删除多余的线段。此时图形如图 11-20 所示。

（7）利用“编辑多段线”快捷命令 PE，将弧形孔的边界编辑成一条封闭

的多段线。

（8）利用“环形阵列”命令，设置项目数为 3，填充角度为 360，中心点为(0,0)，将上步绘制的封闭多段线进行阵列。

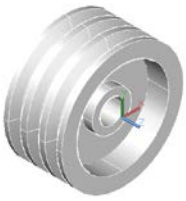


图 11-19　带轮的着色图

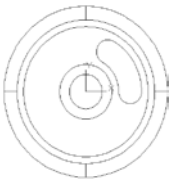


图 11-20　弧形的边界

（9）利用“拉伸”快捷命令 EXT，拉伸绘制的 3 个弧形面，拉伸高度为-240。

（10）单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“西南等轴测”按钮，改变视图的观察方向。结果如图 11-21 所示。

（11）利用“差集”快捷命令 SU，将 3 个弧形建模从带轮建模中减去。

（12）为便于观察，用三维动态观测器将带轮旋转一个角度。窗口图形如图 11-22 所示。

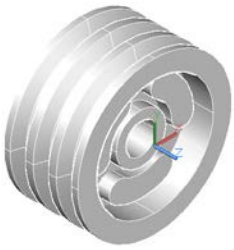


图 11-21　弧形面拉伸后的图形

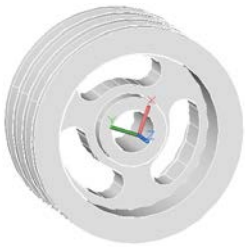


图 11-22　差集后的带轮

11.2.5　扫掠（SWEEP）

【执行方式】

命令：SWEEP
菜单：绘图→建模→扫掠
工具栏：建模→扫掠
功能区：单击“三维工具”选项卡“建模”面板中的“扫掠”按钮

11.2.6　操作实例——锁的绘制

分析图 11-23 所示的锁头图形，可以看出，该图形结构简单。本例要求用户熟悉锁头图形的结构，且能灵活运用三维表面模型的基本图形的绘制命令和编辑命令。

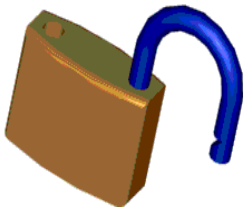


图 11-23　锁头图形

【绘制步骤】

01 单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“西南等轴测”按钮，切换视图。

02 利用“矩形”快捷命令 REC，绘制角点坐标为(-100,30)和(100,-30)的矩形。

03 利用“圆弧”快捷命令 A，绘制起点坐标为(100,30)，端点坐标为(-100,30)，半径为 340 的圆弧。

04 利用“圆弧”快捷命令 A，绘制起点坐标为(-100,-30)，端点坐标为(100,-30)，半径为 340 的圆弧，如图 11-24 所示。

05 利用“修剪”快捷命令 TR，对上述圆弧和矩形进行修剪，结果如图 11-25 所示。



图 11-24　绘制圆弧后的图形



图 11-25　修剪后的图形

06 利用“编辑多段线”快捷命令 PE，将上述多段线合并为一个整体。

07 利用“面域”快捷命令 REG，将上述图形生成为一个面域。

08 利用“拉伸”快捷命令 EXT，选择上一步中创建的面域，将其拉伸 150 个单位，结果如图 11-26 所示。

09 利用“坐标系”快捷命令 UCS，将新的坐标原点移动到点(0,0,150)。切换视图，选取菜单命令“视图”→“三维视图”→“平面视图”→“当前 UCS”。

10 利用“圆”快捷命令 C，指定圆心坐标为(-70,0)，绘制半径为 15 的圆，结果如图 11-27 所示。

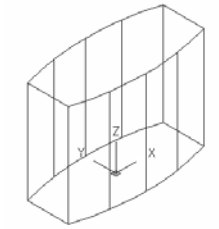


图 11-26　拉伸后的图形

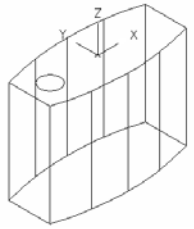


图 11-27　绘圆后的图形

11 重复上述指令，在右边的对称位置再绘制一个同样大小的圆。单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“前视”按钮，切换到前视图。

12 利用“坐标系”快捷命令 UCS，将新的坐标原点移动到点(0,150,0)。

13 利用“多段线”快捷命令 PL，在命令行提示下依次输入(-70,0)、(@50<90)、A、A、-180、R、70、0、L、(70,0)，最后回车，结果如图 11-28 所示。

14 单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“西南等轴测”按钮，回到西南等轴测视图。

15 利用“扫掠”快捷命令 SWEEP，对绘制的圆与多段线进行扫掠处理，命令行提示与操作如下。

```
    命令: SWEEP↙
    当前线框密度:  ISOLINES=4 闭合轮廓创建模式 = 实体
    选择要扫掠的对象或 [模式(MO)]:（选择圆）
    选择要扫掠的对象或 [模式(MO)]: ↙
    选择扫掠路径或 [对齐(A)/基点(B)/比例(S)/扭曲(T)]:（选择多段线）
```

16 利用“圆柱体”快捷命令 CYL，绘制底面中心点为(-70,0,0)，底面半径为 20，轴端点为(-70,-30,0)的圆柱体。结果如图 11-29 所示。

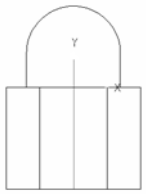


图 11-28　绘制多段线后的图形

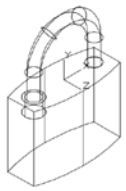


图 11-29　绘制圆柱体

17　利用“坐标系”快捷命令 UCS，将新的坐标原点绕 X 轴旋转 90°。

18　利用“楔体”快捷命令 WE，绘制楔体。命令行提示与操作如下。

```
   命令: we↙
   指定第一个角点或 [中心(C)]: -50,-50,
-20↙
   指定其他角点或 [立方体(C)/长度(L)]:
-80,50,-20↙
   指定高度或 [两点(2P)] <30.0000>: 20↙
```

19　利用“差集”快捷命令 SU，将扫掠体与楔体进行差集运算，如图 11-30 所示。

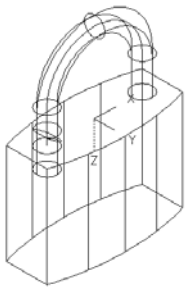


图 11-30　差集后的图形

20　利用“三维旋转”快捷命令 3DROTATE，将上述锁柄绕着右边的圆的中心垂线旋转 180°。命令行提示与操作如下。

```
   命令: 3DROTATE↙
   UCS 当前的正角方向: ANGDIR=逆时针 ANGBASE=0
   选择对象: （选择锁柄）
   选择对象: ↙
   指定基点:（指定右边圆的圆心）
   拾取旋转轴:（指定右边的圆的中心垂线）
   指定角的起点或键入角度: 180↙
```

旋转的结果如图 11-31 所示。

21 利用“差集”快捷命令 SU，将左边小圆柱体与锁体进行差集操作，在锁体上打孔。

22 利用“圆角”快捷命令 F，设置圆角半径为 10，对锁体四周的边进行圆角处理。

23 执行“消隐”快捷命令 HI，结果如图 11-32 所示。

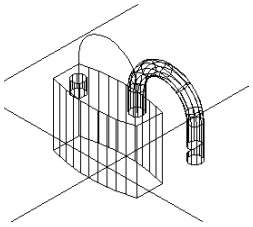


图 11-31 旋转处理

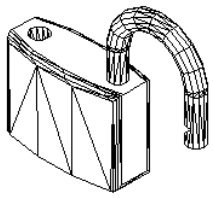


图 11-32 消隐处理

11.2.7 放样（LOFT）

【执行方式】

命令：LOFT　　菜单：绘图→建模→放样
工具栏：建模→放样
功能区：单击“三维工具”选项卡“建模”面板中的“放样”按钮

【操作提示】

```
命令：LOFT↙
当前线框密度：  ISOLINES=4，闭合轮廓创建模式 = 实体
按放样次序选择横截面或 [点(PO)/合并多条边(J)/模式(MO)]:MO↙
闭合轮廓创建模式 [实体(SO)/曲面(SU)] <实体>:SO↙
按放样次序选择横截面或 [点(PO)/合并多条边(J)/模式(MO)]:（依次选择图 11-33 所示的 3 个截面）
按放样次序选择横截面或 [点(PO)/合并多条边(J)/模式(MO)]:
按放样次序选择横截面或 [点(PO)/合并多条边(J)/模式(MO)]:
按放样次序选择横截面或 [点(PO)/合并多条边(J)/模式(MO)]:
输入选项 [导向(G)/路径(P)/仅横截面(C)/设置(S)] <仅横截面>:
```

选项说明如下。

1．仅横截面（C）

选择该选项，系统打开“放样设置”对话框，如图 11-34 所示。其中有 4 个单选按钮。图 11-35（a）所示为选中“直纹”单选按钮的放样结果示意图。图 11-35（b）所示为选中“平滑拟合”单选按钮的放样结果示意图。图 11-35（c）所示为选中“法线指向”单选按钮并选择“所有横截面”选项的放样结果示意图。图 11-35（d）所示为选中“拔模斜度”单选按钮并设置“起点角度”为 45°、“起点幅值”为 10、“端点角度”为 60°、“端点幅值”为 10 的放样结果示意图。

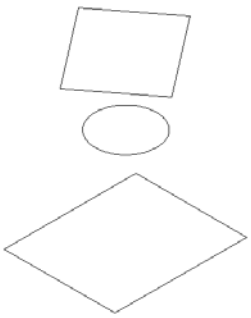


图 11-33　选择截面

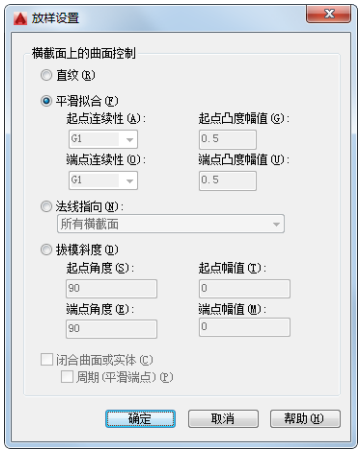


图 11-34　“放样设置”对话框



（a）直纹　（b）平滑拟合　（c）法线指向　（d）拔模斜度

图 11-35　放样示意图

2．导向（G）

指定控制放样建模或曲面形状的导向曲线。导向曲线是直线或曲线，可通过将其他线框信息添加至对象来进一步定义建模或曲面的形状，如图 11-36 所示。选择该选项，命令行提示与操作如下。

选择导向曲线：（选择放样建模或曲面的导向曲线，然后按 Enter 键）

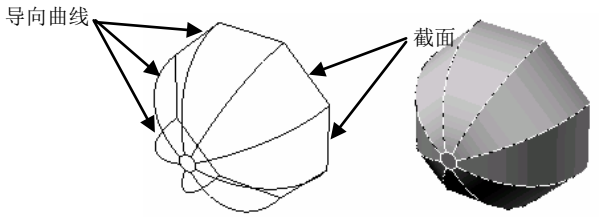


图 11-36　导向放样

每条导向曲线必须满足以下条件才能正常工作。

（1）与每个横截面相交。

（2）从第一个横截面开始。

（3）到最后一个横截面结束。

可以为放样曲面或建模选择任意数量的导向曲线。

3．路径（P）

指定放样建模或曲面的单一路径，如图 11-37 所示。选择该选项，命令行提示与操作如下。

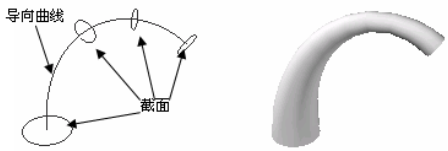


图 11-37　路径放样

选择路径：（指定放样建模或曲面的单一路径）

路径曲线必须与横截面的所有平面相交。

11.2.8　拖曳（PRESSPULL）

【执行方式】

命令：PRESSPULL　　工具栏：建模→按住并拖动
功能区：单击“三维工具”选项卡“实体编辑”面板中的“按住并拖动”按钮

【操作提示】

```
命令：PRESSPULL↙
利用有限区域以进行按住或拖动操作。
```

选择有限区域后，按住鼠标左键并拖动，相应的区域就会进行拉伸变形。图 11-38 所示为选择圆台上表面，按住并拖动的结果。



（a）圆台　　（b）向下拖动　　（c）向上拖动

图 11-38　按住并拖动

11.3　实体三维操作

11.3.1　圆角（FILLET，F）

【执行方式】

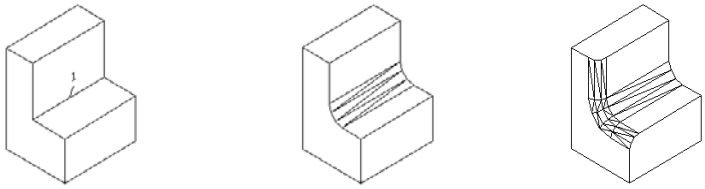
命令：FILLET　　快捷命令：F
菜单：修改→圆角　　工具栏：修改→圆角
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“圆角”按钮

【操作提示】

```
命令：FILLET↙
当前设置：模式 = 修剪，半径 = 0.0000
```

```
选择第一个对象或[放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个(M)]: （选择实体）
输入圆角半径或 [表达式(E)]: ↙（输入圆角半径）
选择边或 [链(C)/半径(R)]:
```

选择“链（C）”选项，表示与此边相邻的边都被选中，并进行倒圆角的操作。图 11-39 所示为对长方体倒圆角的结果。



（a）选择倒圆角边 1　　（b）边倒圆角结果　　（c）链倒圆角结果

图 11-39　对实体棱边倒圆角

11.3.2　操作实例——棘轮的创建

本例制作如图 11-40 所示的棘轮。



图 11-40　棘轮

1．设置线框密度

```
命令: ISOLINES↙
输入 ISOLINES 的新值 <4>: 10↙
```

2．绘制同心圆

（1）利用“圆”快捷命令 C，绘制 3 个半径分别为 90、60、40 的同心圆。

（2）利用“点”快捷命令 DIV，选择点样式为“×”。

```
命令: DIV↙
选择要定数等分的对象:（选取 R90 圆）
输入线段数目或 [块(B)]: 12↙
```

采用相同的方法，等分 R60 圆，绘制结果如图 11-41 所示。

（3）利用“多段线”快捷命令 PL，分别捕捉内外圆的等分点，绘制棘轮轮齿截面。绘制结果如图 11-42 所示。

（4）利用“环形阵列”命令，对绘制的多段线进行环形阵列，阵列中心为圆心，数目为 12。



图 11-41　等分圆周



图 11-42　棘轮轮齿

（5）利用“删除”快捷命令 E，删除 R90 及 R60 圆，并将点样式更改为无，绘制结果如图 11-43 所示。

3．绘制键槽

（1）利用“正交”快捷命令 F8，打开正交模式；利用“构造线”快捷命令 XL，过圆心绘制两条辅助线。

（2）利用“移动”快捷命令 M，将水平辅助线向上移动 45，将竖直辅助线向左移动 11。

（3）利用“偏移”快捷命令 O，将移动后的竖直辅助线向右偏移 22。结果如图 11-44 所示。



图 11-43　阵列轮齿

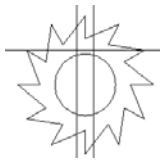


图 11-44　辅助线

（4）利用“裁剪”快捷命令 TR，对辅助线进行剪裁。结果如图 11-45

所示。

（5）利用“面域”快捷命令 REG，选取全部图形，创建面域。

（6）利用“拉伸”快捷命令 EXT，选取全部图形进行拉伸，拉伸高度为 30。

（7）单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“西南等轴测”按钮，切换到西南等轴测视图。

（8）利用“差集”快捷命令 SU，对创建的棘轮与键槽进行差集运算。执行“消藏”快捷命令 HI，消隐处理后的图形如图 11-46 所示。

（9）利用“圆角”快捷命令 F，命令行操作如下。

```
命令：F↙
当前设置：模式 = 修剪，半径 = 0.0000
选择第一个对象或 [放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个(M)]:
（选择棘轮）
输入圆角半径或 [表达式(E)] <0.0000>: 5↙
选择边或 [链(C)/环(L)/半径(R)]:（选择棘轮齿底交线）
选择边或 [链(C)/环(L)/半径(R)]:（依次选择棘轮齿底交线）
……
```

结果如图 11-47 所示。渲染后的效果如图 11-40 所示。



图 11-45　键槽图

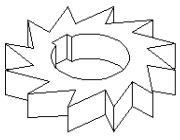


图 11-46　差集运算后的建模

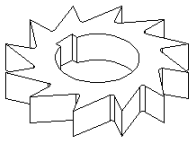


图 11-47　倒圆角

11.3.3　倒角（CHAMFER，CHA）

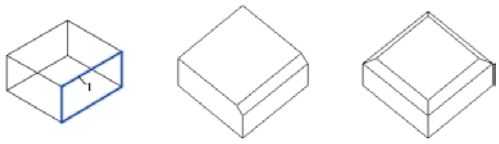
【执行方式】

```
命令：CHAMFER              快捷命令：CHA
菜单：修改→倒角            工具栏：修改→倒角
功能区：单击“默认”选项卡“修改”面板中的“倒角”按钮
```

【操作提示】

```
命令：CHAMFER↙
（“修剪”模式）当前倒角距离 1 = 0.0000，距离 2 = 0.0000
选择第一条直线或 [放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]:
```

功能与二维斜角类似，图 11-48 所示为对长方体倒角的结果。



（a）选择倒角边 1　（b）选择边倒角结果　（c）选择环倒角结果

图 11-48　对长方体棱边倒角

11.3.4　操作实例——手柄的创建

创建如图 11-49 所示的手柄。



图 11-49　手柄把

【绘制步骤】

01 设置线框密度，命令行提示与操作如下。

```
命令：ISOLINES↙
输入 ISOLINES 的新值 <4>：10↙
```

02 绘制手柄把截面。

（1）利用“圆”快捷命令 C，绘制半径为 13 的圆。

（2）利用“构造线”快捷命令 XL，过 R13 圆的圆心绘制竖直与水平辅助线。绘制结果如图 11-50 所示。

（3）利用“偏移”快捷命令 O，将竖直辅助线向右偏移 83。

（4）利用“圆”快捷命令 C，捕捉最右边竖直辅助线与水平辅助线的交点，绘制半径为 7 的圆。绘制结果如图 11-51 所示。

（5）利用“偏移”快捷命令 O，将水平辅助线向上偏移 13。

（6）利用“圆”快捷命令 C，绘制与 R7 圆及偏移水平辅助线相切，半径为 65 的圆；继续绘制与 R65 圆及 R13 相切，半径为 45 的圆。绘制结果如图 11-52 所示。

（7）利用“修剪”快捷命令 TR，对所绘制的图形进行修剪，修剪结果如图 11-53 所示。

（8）利用“删除”快捷命令 E，删除辅助线。利用“直线”快捷命令 L，绘制直线。



图 11-50　圆及辅助线



图 11-51　绘制 R7 圆

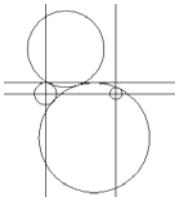


图 11-52　绘制 R65 及 R45 圆

（9）利用“面域”快捷命令 REG，选择全部图形创建面域，结果如图 11-54 所示。

03 利用“旋转”快捷命令 REV，以水平线为旋转轴，旋转创建的面域。单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“西南等轴测”按钮，切换到西南等轴测视图，手柄把的柄体结果如图 11-55 所示。



图 11-53　修剪图形

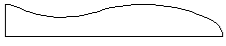


图 11-54　手柄把截面

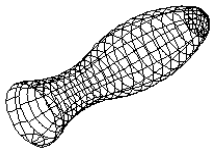


图 11-55　柄体

04 单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“左视”按钮，切换到左视图。利用“坐标系”快捷命令 UCS，切换坐标系，命令行提示与操作如下。

```
命令: UCS↙
当前 UCS 名称: *世界*
指定 UCS 的原点或 [面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图(V)/世界(W)/X/Y/Z/Z 轴(ZA)] <世界>:（利用“对象捕捉”工具栏中的“捕捉到圆心”快捷命令）
_cen 于:（捕捉圆心）
```

05 利用“圆柱体”快捷命令 CYL，以坐标原点为圆心，创建高为 15、半径为 8 的圆柱体。单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“西南等轴测”按钮，切换到西南等轴测视图，结果如图 11-56 所示。

06 执行“倒角”快捷命令 CHA，命令行提示与操作如下。

```
命令: CHA↙
(“修剪”模式) 当前倒角距离 1 = 0.0000, 距离 2 = 0.0000
选择第一条直线或 [放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]:（选择圆柱顶面边缘）
输入曲面选择选项 [下一个(N)/当前(OK)] <当前(OK)>:↙
指定基面倒角距离或 [表达式(E)]: 2↙
指定其他曲面倒角距离或 [表达式(E)] <2.0000>:↙
选择边或 [环(L)]: ↙ 选择需要倒角的边
```

倒角结果如图 11-57 所示。

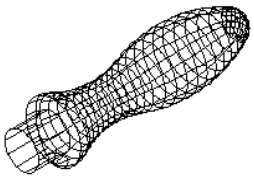


图 11-56　创建手柄头部

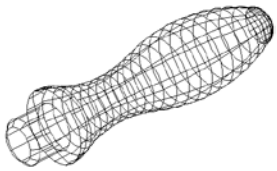


图 11-57　倒角

07 并集运算。利用“并集”快捷命令 UNI，对手柄头部与手柄把进行并集运算。

08 倒圆角操作。执行“圆角”快捷命令 F，命令行提示与操作如下。

```
命令: F↙
当前设置: 模式 = 修剪, 半径 = 0.0000
选择第一个对象或[放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个(M)]: （选择手柄头部与柄体的交线）
```

```
输入圆角半径或 [表达式(E)]: 1↙
选择边或 [链(C)/环(L)/半径(R)]:↙
已选定 1 个边用于圆角
```

采用同样的方法，对柄体端面圆进行倒圆角处理，半径为 1。

09 改变视觉样式。单击“视图”选项卡“视觉样式”面板中的“概念”按钮，最终显示效果如图 11-49 所示。

11.3.5 干涉检查（INTERFERE，INF）

干涉检查主要通过对比两组对象或一对一地检查所有实体来检查实体模型中的干涉（三维实体相交或重叠的区域）。系统将在实体相交处创建和亮显临时实体。

干涉检查常用于检查装配体立体图是否干涉，从而判断设计是否正确。

【执行方式】

命令：INTERFERE　　快捷命令：INF
菜单：修改→三维操作→干涉检查
功能区：单击“三维工具”选项卡“实体编辑”面板中的“干涉检查”按钮

【操作提示】

在此以图 11-58 所示的零件图为例进行干涉检查。

```
命令：INTERFERE↙
选择第一组对象或 [嵌套选择(N)/设置(S)]: （选择图 11-60（b）中的手柄）
选择第一组对象或 [嵌套选择(N)/设置(S)]: ↙
选择第二组对象或 [嵌套选择(N)/检查第一组(K)] <检查>: （选择图 11-60（b）中的套环）
选择第二组对象或 [嵌套选择(N)/检查第一组(K)] <检查>:↙
```



（a）零件图　　（b）装配图

图 11-58　干涉检查

系统打开“干涉检查”对话框，如图 11-59 所示。在该对话框中列出了找到的干涉对数量，并可以通过“上一个”和“下一个”按钮来亮显干涉对，如图 11-60 所示。

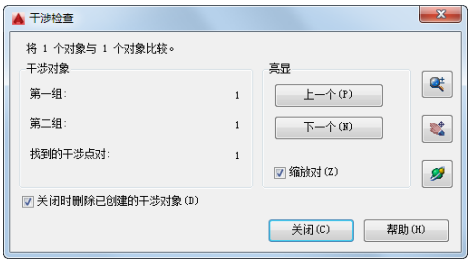


图 11-59　“干涉检查”对话框

下面介绍 INTERFERE 命令提示中部分选项的含义。

（1）嵌套选择（N）：选择该选项，用户可以选择嵌套在块和外部参照中的单个实体对象。

（2）设置（S）：选择该选项，系统打开“干涉设置”对话框，如图 11-61 所示。在其中可以设置干涉的相关参数。

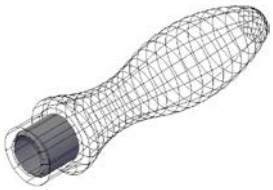


图 11-60　亮显干涉对



图 11-61　“干涉设置”对话框

11.4 特殊视图

11.4.1 剖切（SLICE，SL）

【执行方式】

命令：SLICE　　快捷命令：SL
菜单：修改→三维操作→剖切
功能区：单击“三维工具”选项卡“实体编辑”面板中的“剖切”按钮

【操作提示】

```
命令：SLICE↙
选择要剖切的对象：（选择要剖切的实体）
选择要剖切的对象：（继续选择或按 Enter 键结束选择）
指定 切面 的起点或[平面对象(O)/曲面(S)/Z 轴(Z)/视图(V)/
XY(XY)/YZ(YZ)/ZX(ZX)/三点(3)] <三点>:
指定平面上的第二个点：
```

（1）对象（O）：将所选对象的所在平面作为剖切面。

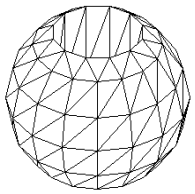
（2）Z 轴（Z）：通过平面指定一点与在平面的 Z 轴（法线）上指定另一点来定义剖切平面。

（3）视图（V）：以平行于当前视图的平面作为剖切面。

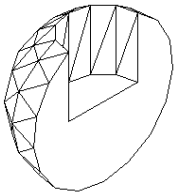
（4）XY 平面（XY）/YZ 平面（YZ）/ZX 平面（ZX）：将剖切平面与当前用户坐标系（UCS）的 XY 平面/YZ 平面/ZX 平面对齐。

（5）三点（3）：将空间中 3 个点确定的平面作为剖切面。确定剖切面后，系统会提示保留一侧或两侧。

图 11-62 所示为剖切三维实体图。



（a）剖切前的三维实体



（b）剖切后的实体

图 11-62　剖切三维实体

11.4.2　剖切截面（SECTION，SEC）

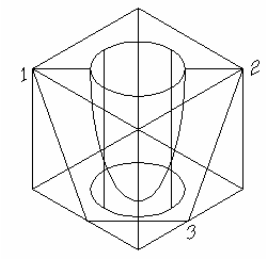
【执行方式】

命令：SECTION　　快捷命令：SEC

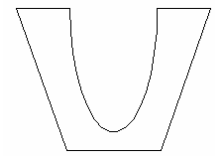
【操作提示】

命令：SECTION↙
选择对象：（选择要剖切的实体）
指定截面平面上的第一个点，依照[对象(O)/Z 轴(Z)/视图(V)/XY/YZ/ZX/三点(3)]〈三点〉：（指定一点或输入一个选项）

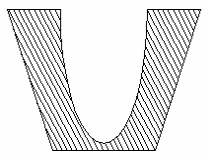
图 11-63 所示为断面图形。



（a）剖切平面与断面



（b）移出的断面图形



（c）填充剖面线的断面图形

图 11-63　断面图形

11.4.3　操作实例——连接轴环的绘制

绘制如图 11-64 所示的连接轴环。

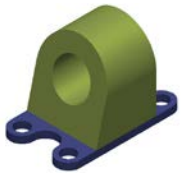


图 11-64　连接轴环

【绘制步骤】

01 利用“多段线”快捷命令 PL，在命令行提示下依次输入(-200,150)、(@400,0)、A、R、50、A、-180、-90、R、50、(@0,-100)、R、50、A、-180、-90、L、(@-400,0)、A、R、50、A、-180、90、R、50、(@0,100)、R、50、A、-180、90，最后回车。结果如图 11-65 所示。

02 利用“圆”快捷命令 C，以(-200,-100)为圆心，以 30 为半径绘制圆。绘制结果如图 11-66 所示。

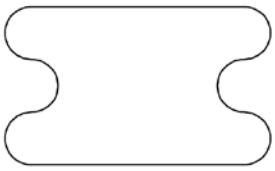


图 11-65　绘制多段线

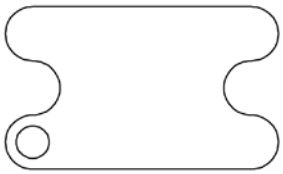


图 11-66　绘制圆

03 利用“矩形阵列”命令，选择圆为阵列对象，设为两行两列，设置“行偏移”为 200，“列偏移”为 400。绘制结果如图 11-67 所示。

04 利用“拉伸”快捷命令 EXT，拉伸高度 30。单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“西南等轴测”按钮，切换视图，如图 11-68 所示。

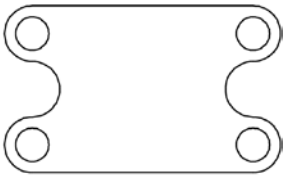


图 11-67　阵列

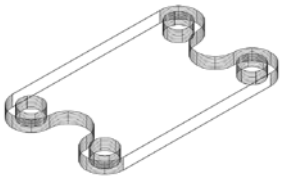


图 11-68　拉伸之后的西南等轴测视图

05 利用“差集”快捷命令 SU，将多段线生成的柱体与 4 个圆柱进行差集运算。消隐之后如图 11-69 所示。

06 利用“长方体”快捷命令 BOX，绘制长方体。命令行提示与操作如下。

```
命令：BOX↙
指定第一个角点或[中心(C)]:<0,0,0>：  -130,-150,0↙
指定其他角点或[立方体(C)/长度(L)]：130,150,200↙
```

07 利用“圆柱体”快捷命令 CYL，绘制底面中心点为(130,0,200)，底面半径为 150，轴端点为(-130，0，200)的圆柱体，如图 11-70 所示。

08 利用“并集”快捷命令 UNI，对长方体和圆柱体进行并集运算。消隐之后如图 11-71 所示。

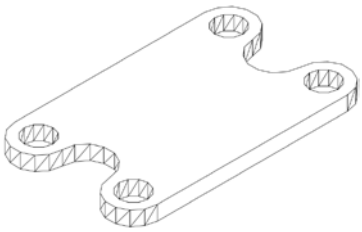


图 11-69　差集处理

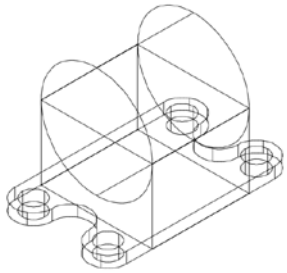


图 11-70　绘制圆柱体

09 利用“圆柱体”快捷命令 CYL，绘制底面中心点为 (-130,0,200)，底面半径为 80，轴端点为 (130，0，200) 的圆柱体。

10 利用“差集”快捷命令 SU，将实体的轮廓与上述圆柱体进行差集运算。消隐之后结果如图 11-72 所示。

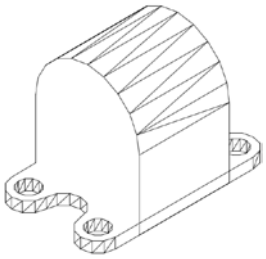


图 11-71　并集处理

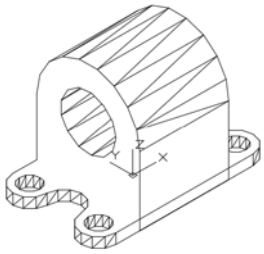


图 11-72　差集处理

11 执行“剖切”快捷命令 SL，命令行提示与操作如下。

```
命令: SLICE↙
```

选择要剖切的对象：（选择轴环部分）
选择要剖切的对象：↙
指定切面的起点或 [平面对象(O)/曲面(S)/z 轴(Z)/视图(V)/xy(XY)/yz(YZ)/zx(ZX)/三点(3)] <三点>: 3↙
指定平面上的第一个点：-130,-150,30↙
指定平面上的第二个点:-130,150,30↙
指定平面上的第三个点:-50,0,350↙
在所需的侧面上指定点或 [保留两个侧面(B)]<保留两个侧面>:（选择图 11-74 所示的一侧）

12 利用“消隐”快捷命令 HI，对图形进行消隐处理，如图 11-73 所示。

13 利用“材质浏览器”快捷命令 MATBROWSEROPEN，对图形赋予材质，如图 11-74 所示。

14 利用“并集”快捷命令 UNI，选择图形进行并集运算。

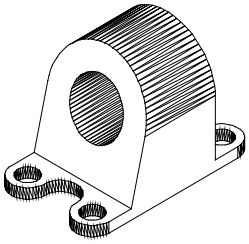


图 11-73 最终成图——连环轴环

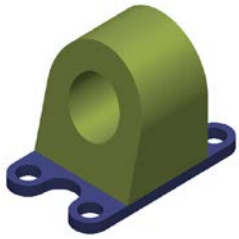


图 11-74 渲染结果图

11.5 编辑实体

11.5.1 拉伸面（SOLIDEDIT）

【执行方式】

命令：SOLIDEDIT　　菜单：修改→实体编辑→拉伸面
工具栏：实体编辑→拉伸面
功能区：单击“三维工具”选项卡“实体编辑”面板中的“拉伸面”按钮

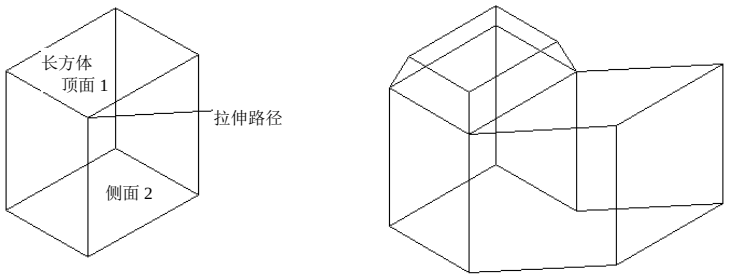
【操作提示】

命令：_SOLIDEDIF
实体编辑自动检查：SOLIDCHECK=1

```
    输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)]<退出>:
_face
    输入面编辑选项[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删
除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)] <退出>: _extrude
    选择面或 [放弃(U)/删除(R)]:（选择要进行拉伸的面）
    选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]：↙
    指定拉伸高度或[路径(P)]：↙（输入高度）
    指定拉伸的倾斜角度 <0>:↙（输入角度）
```

（1）指定拉伸高度：按指定的高度值来拉伸面。指定拉伸的倾斜角度后，完成拉伸操作。

（2）路径（P）：沿指定的路径曲线拉伸面。图 11-75 所示为拉伸长方体顶面和侧面的结果。



（a）拉伸前的长方体　　（b）拉伸后的三维实体

图 11-75　拉伸长方体

11.5.2　移动面（SOLIDEDIT）

【执行方式】

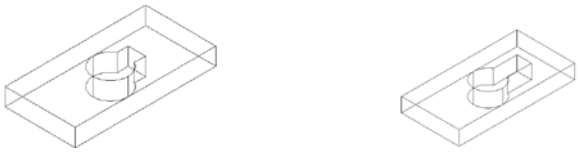
```
    命令：SOLIDEDIT                    菜单：修改→实体编辑→移动面
    工具栏：实体编辑→移动面
    功能区：单击“三维工具”选项卡“实体编辑”面板中的“移动面”按
钮
```

【操作提示】

```
    命令:_SOLIDEDIT
    实体编辑自动检查: SOLIDCHECK=1
    输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)]<退出>:
_face
```

```
    输入面编辑选项[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/放弃(U)] <退出>: _move
    选择面或 [放弃(U)/删除(R)]: （选择要进行移动的面）
    选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]: ↙（继续选择移动面或按 Enter 键结束选择）
    指定基点或位移:（输入具体的坐标值或选择关键点）
    指定位移的第二点:（输入具体的坐标值或选择关键点）
```

各选项的含义在前面介绍的命令中都有涉及，如有问题，请查询相关命令（拉伸面、移动等）。图 11-76 所示为移动三维实体的示例。



（a）移动前的图形　　（b）移动后的图形

图 11-76　移动三维实体

11.5.3　偏移面（SOLIDEDIT）

【执行方式】

```
    命令：SOLIDEDIT
    菜单：修改→实体编辑→偏移面
    工具栏：实体编辑→偏移面
    功能区：单击“三维工具”选项卡“实体编辑”面板中的“偏移面”按钮
```

【操作提示】

```
    命令: _solidedit
    实体编辑自动检查: SOLIDCHECK=1
    输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)]<退出>: _face
    输入面编辑选项[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)] <退出>: _offset
    选择面或[放弃(U)/删除(R)]:（选择要进行偏移的面）
    指定偏移距离:（输入要偏移的距离值）
```

图 11-77 所示为通过偏移面命令改变哑铃手柄大小的示例。



（a）偏移前　　（b）偏移后

图 11-77　偏移对象

11.5.4　抽壳（SOLIDEDIT）

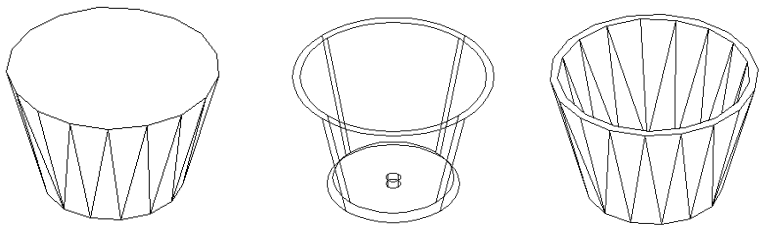
【执行方式】

命令：SOLIDEDIT　　菜单：修改→实体编辑→抽壳
工具栏：实体编辑→抽壳
功能区：单击“三维工具”选项卡“实体编辑”面板中的“抽壳”按钮

【操作提示】

```
命令: _SOLIDEDIT
实体编辑自动检查:  SOLIDCHECK=1
输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)]<退出>:
_body
输入体编辑选项[压印(I)/分割实体(P)/抽壳(S)/清除(L)/检查
(C)/放弃(U)/退出(X)] <退出>: _shell
选择三维实体:（选择三维实体）
删除面或 [放弃(U)/添加(A)/全部(ALL)]:（选择开口面）
删除面或 [放弃(U)/添加(A)/全部(ALL)]: ↙
输入抽壳偏移距离:（指定壳体的厚度值）
```

图 11-78 所示为利用抽壳命令创建的花盆。



（a）创建初步轮廓　　（b）完成创建　　（c）消隐结果

图 11-78　花盆

抽壳是用指定的厚度创建一个空的薄层。可以为所有面指定一个固

定的薄层厚度，通过选择面可以将这些面排除在壳外。一个三维实体只能有一个壳，通过将现有面偏移出其原位置可创建新的面。

“编辑实体”命令其他选项的功能与上面几项类似，这里不再赘述。

11.5.5 操作实例——轴支架的绘制

绘制如图 11-79 所示的轴支架。



图 11-79 轴支架

【绘制步骤】

01 启动 AutoCAD 2016，使用默认绘图环境。

02 设置线框密度。

```
命令: ISOLINES↙
输入 ISOLINES 的新值 <4>: 10↙
```

03 单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“西南等轴测”按钮，将当前视图方向设置为西南等轴测视图。

04 利用“长方体”快捷命令 BOX，以角点坐标为 (0,0,0)，长、宽、高分别为 80、60、10 绘制长方体。

05 利用“圆角”快捷命令 F，选择要圆角的长方体进行圆角处理，圆角半径为 10。

06 利用“圆柱体”快捷命令 CYL，绘制底面中心点为 (10,10,0)，半径为 6，高度为 10 的圆柱体，结果如图 11-80 所示。

07 利用“复制”快捷命令 CO，选择上一步中绘制的圆柱体进行复制，结果如图 11-81 所示。

08 利用“差集”快捷命令 SU，将长方体和圆柱体进行差集运算。

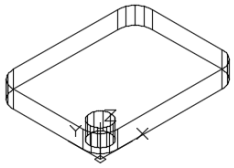


图 11-80　创建圆柱体

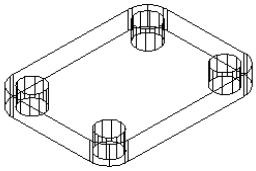


图 11-81　复制圆柱体

09 设置用户坐标系。

```
    命令: UCS↙
    当前 UCS 名称: *世界*
    指定 UCS 的原点或 [面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图
(V)/世界(W)/X/Y/Z/Z 轴(ZA)] <世界>: 40, 30, 60↙
    指定 X 轴上的点或 <接受>:↙
```

10 利用“长方体”快捷命令 BOX，以坐标原点为长方体的中心点，分别创建长 40、宽 10、高 100 及长 10、宽 40、高 100 的长方体，结果如图 11-82 所示。

11 移动坐标原点到(0,0,50)，并将其绕 Y 轴旋转 90° 。

12 以坐标原点为底面中心点，创建半径为 20、高为 25 的圆柱体。

13 利用“三维镜像”快捷命令 MIRROR3D，选取圆柱以 XY 平面为镜像面进行镜像，结果如图 11-83 所示。

14 利用“并集”快捷命令 UNI，选择两个圆柱体与两个长方体进行并集运算。

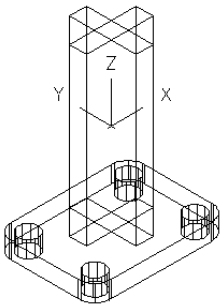


图 11-82　创建长方体

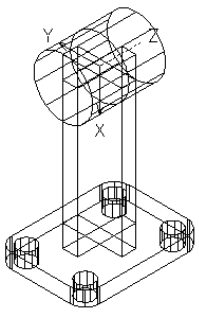


图 11-83　镜像圆柱体

15 利用“圆柱体”快捷命令 CYL，捕捉 R20 圆柱的圆心为圆心，创建半径为

10，高为 50 的圆柱体。

16 利用“差集”快捷命令 SU，将并集后的实体与圆柱进行差集运算。消隐处理后的图形如图 11-84 所示。

17 利用“旋转面”快捷命令，旋转支架上部十字形底面。命令行提示与操作如下。

```
命令: SOLIDEDIT↙
实体编辑自动检查:SOLIDCHECK=1
输入实体编辑选项[面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)]<退出>:F↙
输入面编辑选项[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/颜色(L)/材质(A)/放弃(U)/退出(X)] <退出> : R↙
选择面或 [放弃(U)/删除(R)]:（如图 11-85 所示，选择支架上部十字形底面）
指定轴点或 [经过对象的轴(A)/视图(V)/X 轴(X)/Y 轴(Y)/Z 轴(Z)] <两点>: Y↙
指定旋转原点 <0,0,0>:_endp 于 （捕捉十字形底面的右端点）
指定旋转角度或 [参照(R)]: 30↙
```

18 利用“三维旋转”快捷菜单 ROTATE3D，旋转底板。

```
命令: Rotate3D↙
选择对象:（选取底板）
指定轴上的第一个点或定义轴依据 [对象(O)/最近的(L)/视图(V)/X 轴(X)/Y 轴(Y)/Z 轴(Z)/两点(2)]: Y↙
指定 X 轴上的点 <0,0,0>:_endp 于 （捕捉十字形底面的右端点）
指定旋转角度或 [参照(R)]: 30↙
```

19 单击“可视化”选项卡“视图”面板中的“前视”按钮，将当前视图方向设置为主视图。消隐处理后的图形，如图 11-86 所示。

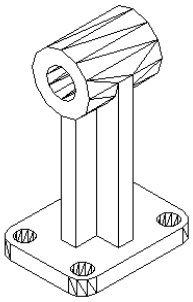


图 11-84 消隐后的实体

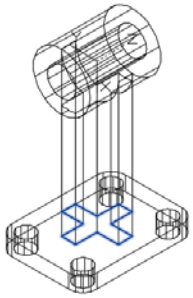


图 11-85 选择旋转面

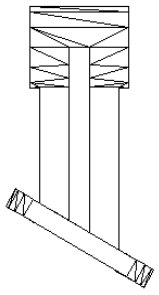


图 11-86 旋转底板

20 对图形进行渲染，渲染后的结果如图 11-79 所示。

11.6 显示形式

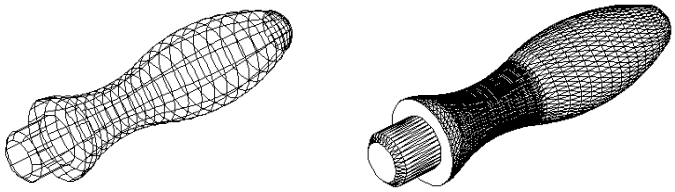
在 AutoCAD 中，三维实体有多种显示形式，包括二维线框、三维线框、三维消隐、真实、概念、消隐显示等。

11.6.1 消隐（HIDE，HI）

【执行方式】

命令：HIDE　　快捷命令：HI
菜单：视图→消隐
工具栏：渲染→隐藏
功能区：单击“视图”选项卡“视觉样式”面板中的“隐藏”按钮

执行上述操作后，系统将被其他对象挡住的图线隐藏起来，以增强三维视觉效果，如图 11-87 所示。



（a）消隐前　　（b）消隐后

图 11-87　消隐效果

11.6.2 视觉样式（VSCURRENT）

【执行方式】

命令：VSCURRENT　　菜单：视图→视觉样式→二维线框等
工具栏：视觉样式→二维线框等
功能区：单击“视图”选项卡“视觉样式”面板中的“视觉样式”下拉菜单(如图 11-88 所示)

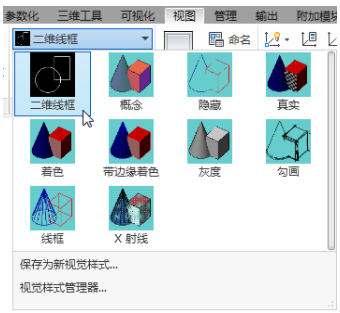


图 11-88　“视觉样式”下拉菜单

【操作提示】

命令：VSCURRENT↙
输入选项 [二维线框(2)/线框(W)/隐藏(H)/真实(R)/概念(C)/着色(S)/带边缘着色(E)/灰度(G)/勾画(SK)/X 射线(X)/其他(O)] <二维线框>：_2

（1）二维线框（2）：用直线和曲线表示对象的边界。光栅和 OLE 对象、线型和线宽都是可见的。即使将 COMPASS 系统变量的值设置为 1，它也不会出现在二维线框视图中。图 11-89 所示为 UCS 坐标和手柄二维线框图。

（2）线框（W）：显示对象时利用直线和曲线表示边界。显示着色的三维 UCS 图标。可将 COMPASS 系统变量设置为 1 来查看坐标球，将显示应用到对象的材质颜色。图 11-90 所示为 UCS 坐标和手柄三维线框图。

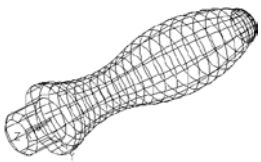


图 11-89　手柄的二维线框图

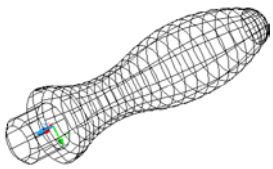


图 11-90　手柄的线框图

（3）隐藏（H）：显示用三维线框表示的对象并隐藏表示后向面的直线。图 11-91 所示为 UCS 坐标和手柄的消隐图。

（4）真实（R）：着色多边形平面间的对象，并使对象的边平滑化。

如果已为对象附着材质，将显示已附着到对象的材质。图 11-92 所示为 UCS 坐标和手柄的真实图。

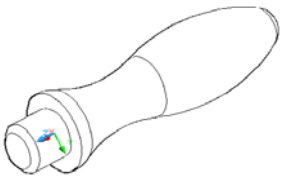


图 11-91　手柄的消隐图

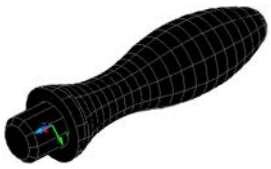


图 11-92　手柄的真实图

（5）概念（C）：着色多边形平面间的对象，并使对象的边平滑化。着色使用冷色和暖色之间的过渡，效果缺乏真实感，但是可以更方便地查看模型的细节。图 11-93 所示为 UCS 坐标和手柄的概念图。



图 11-93　手柄的概念图

（6）着色（S）：产生平滑的着色模型。

（7）带边缘着色（E）：产生平滑、带有可见边的着色模型。

（8）灰度（G）：使用单色面颜色模式可以产生灰色效果。

（9）勾画（SK）：使用外伸和抖动产生手绘效果。

（10）X 射线（X）：更改面的透明度，使整个场景变成部分透明。

（11）其他（O）：输入视觉样式名称 [?]: 输入当前图形中视觉样式的名称或输入“?”，以显示名称列表并重复该提示。

11.6.3　视觉样式管理器（VISUALSTYLES）

【执行方式】

命令：VISUALSTYLES
菜单：视图→视觉样式→视觉样式管理器
菜单：工具→选项板→视觉样式
工具栏：视觉样式→管理视觉样式
功能区：单击“视图”选项卡“视觉样式”面板上“视觉样式”下拉菜单中的“视觉样式管理器”按钮或单击“视图”选项卡“视觉样式”面板中的“对话框启动器”按钮或单击“视图”选项卡“选项板”面板中的“视觉 样式”按钮

【操作提示】

命令：VISUALSTYLES

执行上述操作后，系统打开“视觉样式管理器”选项板，可以对视觉样式的各参数进行设置，如图 11-94 所示。图 11-95 所示为按图 11-94 所示进行设置的概念图显示结果，读者可以将其与图 11-93 进行比较，感觉它们之间的差别。



图 11-94 “视觉样式管理器”选项板

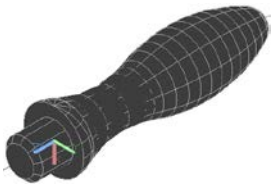


图 11-95 显示结果

11.7 渲染实体

渲染是对三维图形对象加上颜色和材质因素，或灯光、背景、场景等因素的操作，能够更真实地表达图形的外观和纹理。渲染是输出图形前的关键步骤，尤其是在效果图的设计中。

11.7.1 贴图（MATERIALMAP）

贴图的功能是在实体附着带纹理的材质后，调整实体或面上纹理贴图的方向。当材质被映射后，调整材质以适应对象的形状，将合适的材质贴图类型应用到对象中，可以使之更加适合对象。

【执行方式】

命令：MATERIALMAP
菜单：视图→渲染→贴图（见图 11-96）
工具栏：渲染→贴图（见图 11-97）或“贴图”工具栏中的按钮（见图 11-98）

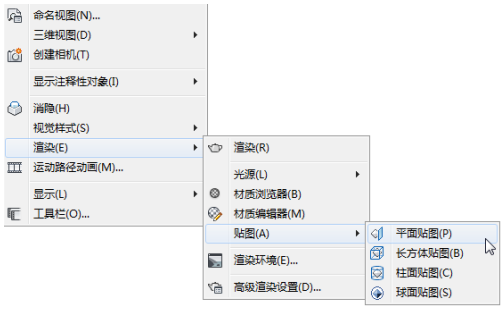


图 11-96　“贴图”级联菜单

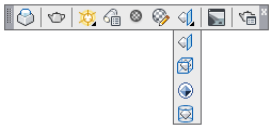


图 11-97　“渲染”工具栏



图 11-98　“贴图”工具栏

【操作提示】

命令：MATERIALMAP↙
选择选项[长方体(B)/平面(P)/球面(S)/柱面(C)/复制贴图至(Y)/重置贴图(R)]<长方体>:

（1）长方体（B）：将图像映射到类似长方体的实体上。该图像将在对象的每个面上重复使用。

（2）平面（P）：将图像映射到对象上，就像将其从幻灯片投影仪投影到二维曲面上一样，图像不会失真，但是会被缩放以适应对象。该贴图最常用于面。

（3）球面（S）：在水平和垂直两个方向上同时使图像弯曲。纹理贴图的顶边在球体的“北极”压缩为一个点；同样，底边在“南极”压缩为一个点。

（4）柱面（C）：将图像映射到圆柱形对象上，水平边将一起弯曲，但顶边和底边不会弯曲。图像的高度将沿圆柱体的轴进行缩放。

（5）复制贴图至（Y）：将贴图从原始对象或面应用到选定对象。

（6）重置贴图（R）：将 UV 坐标重置为贴图的默认坐标。

图 11-99 所示为球面贴图的实例。



（a）贴图前　　（b）贴图后

图 11-99　球面贴图实例

11.7.2　材质

1．附着材质（MATBROWSEROPEN）

AutoCAD 2016 将常用的材质都集成到工具选项板中。

【执行方式】

命令：MATBROWSEROPEN
菜单：视图→渲染→材质浏览器
工具栏：渲染→材质浏览器
功能区：单击“视图”选项卡“选项板”面板中的“材质浏览器”按钮（如图 11-100 所示）或单击“可视化”选项卡“材质”面板中的“材质浏览器”按钮（如图 11-101 所示）。

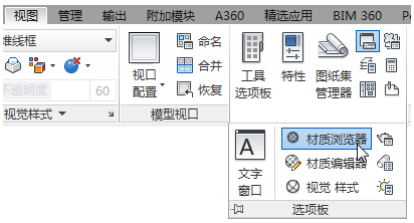


图 11-100　“选项板”面板



图 11-101　“材质”面板

【操作提示】

命令：MATBROWSEROPEN↙

01 执行上述命令，打开“材质浏览器”选项板，如图 11-102 所示，选择需要的材质类型。

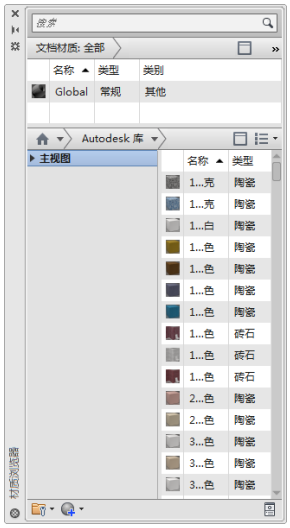


图 11-102　“材质浏览器”选项板

02 选择图 11-103 要附着材质的对象，直接拖动到对象上；当将视觉样式转换成“真实”时，显示出附着材质后的图形，如图 11-104 所示。

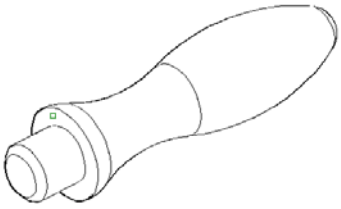


图 11-103　指定对象



图 11-104　附着材质后

03 设置材质（MATEDITOROPEN）

【执行方式】

命令：MATEDITOROPEN
菜单：视图→渲染→材质编辑器
工具栏：渲染→材质编辑器
功能区：单击“视图”选项卡“选项板”面板中的“材质编辑器”按钮

【操作提示】

命令：MATEDITOROPEN

执行上述操作后，系统打开如图 11-105 所示的“材质编辑器”选项板。通过该选项板，可以对材质的有关参数进行设置。



图 11-105 “材质编辑器”选项板

11.7.3 渲染操作

1．高级渲染设置（RPREF，RPR）

【执行方式】

命令：RPREF　　快捷命令：RPR
菜单：视图→渲染→高级渲染设置
工具栏：渲染→高级渲染设置
功能区：单击“视图”选项卡“选项板”面板中的“高级渲染设置”按钮

执行上述操作后，系统打开如图 11-106 所示的“高级渲染设置”选项板。通过该选项板，可以对渲染的有关参数进行设置。

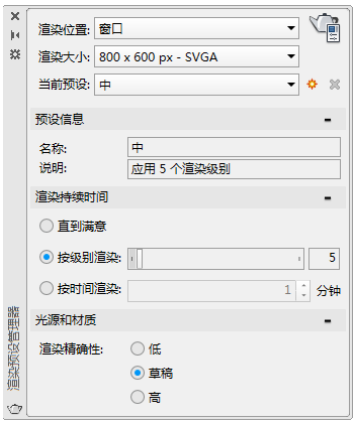


图 11-106　“高级渲染设置”选项板

2．渲染（RENDER，RR）

【执行方式】

命令：RENDER　　快捷命令：RR
菜单：视图→渲染→渲染
工具栏：渲染→渲染
功能区：单击“可视化”选项卡“渲染-MentalRay”面板中的“渲染”按钮。

执行上述操作后，系统打开如图 11-107 所示的“渲染”对话框，其中显示了渲染结果和相关参数。

在 AutoCAD 中，渲染代替了传统建筑、机械和工程图形中使用的水彩、有色蜡笔和油墨等，用来生成最终演示的效果图。渲染图形的过程一般分为以下 4 个步骤。

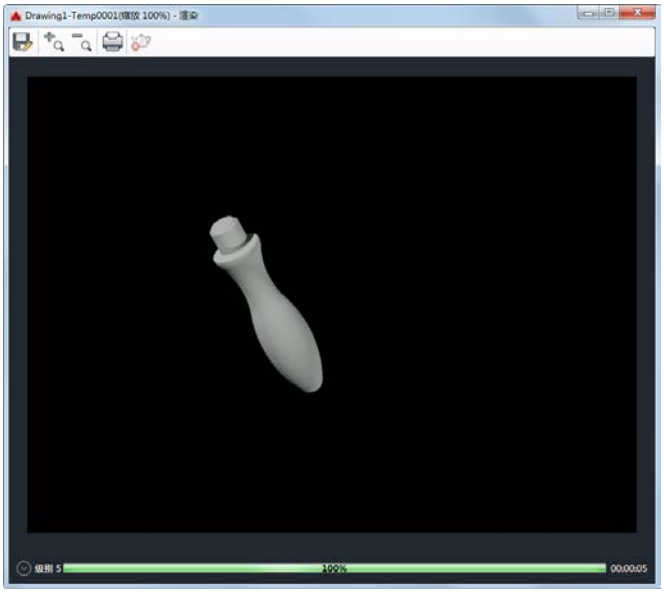


图 11-107 “渲染”对话框

（1）准备渲染模型，包括遵从正确的绘图技术，删除消隐面，创建光滑的着色网格和设置视图的分辨率。

（2）创建和放置光源以及创建阴影。

（3）定义材质并建立材质与可见表面间的联系。

（4）进行渲染，包括检验渲染对象的准备、照明和颜色的选择。

11.8 综合实例——壳体

本例制作的壳体如图 11-108 所示。本例主要采用的绘制方法是拉伸绘制实体的方法与直接利用三维实体绘制实体的方法。本例的设计思路为，先通过上述两种方法建立壳体的主体部分，然后逐一建立壳体上的其他部分，最后对壳体进行圆角处理。绘制该实例实体要求读者对前几节介绍的绘制实体的方法有明确的认识。

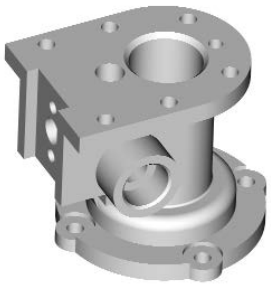


图 11-108　壳体

11.8.1　绘制壳体主体

绘制壳体主体分以下 7 个方面进行。

1．启动系统

启动 AutoCAD 2016，使用默认设置画图。

2．设置线框密度

在命令行中输入 ISOLINES，设置线框密度为 10。切换视图到西南等轴测视图。

3．创建底座圆柱

（1）利用“圆柱体”快捷命令 CYL，以(0,0,0)为圆心，创建直径为 84，高为 8 的圆柱体。

（2）利用“圆”快捷命令 C，以(0,0)为圆心，绘制直径为 76 的辅助圆。

（3）利用“圆柱体”快捷命令 CYL，捕捉直径为 76 的圆的象限点为圆心，创建直径为 16，高为 8 及直径为 7，高为 6 的圆柱；捕捉直径为 16 的圆柱顶面圆心为中心点，创建直径为 16，高为-2 的圆柱。

（4）利用“环形阵列”命令，将创建的 3 个圆柱进行环形阵列，阵列角度为 360°，阵列数目为 4，阵列中心为坐标原点。

（5）利用“并集”快捷命令 UNI，将直径为 84 的圆柱体与直径为

16，高为 8 的圆柱体进行并集运算；利用“差集”快捷命令 SU，将实体与其余圆柱进行差集运算。消隐后的壳体地板结果如图 11-109 所示。

（6）利用“圆柱体”快捷命令 CYL，以(0,0,0)为圆心，分别创建直径为 60，高为 20 及直径为 40，高为 30 的圆柱。

（7）利用“并集”快捷命令 UNI，将所有实体进行并集运算。

（8）删除辅助圆，消隐后的壳体底座结果如图 11-110 所示。

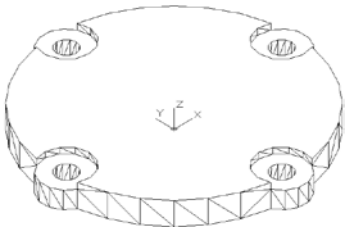


图 11-109　壳体底板

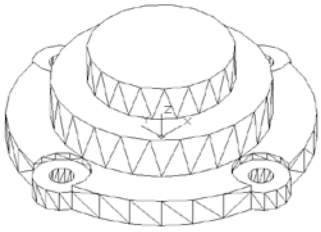


图 11-110　壳体底座

4．创建壳体中间部分

（1）利用“长方体”快捷命令 BOX，在实体旁边创建长为 35、宽为 40、高为 6 的长方体。

（2）利用“圆柱体”快捷命令 CYL，以长方体底面右边中点为圆心，创建直径为 40，高为 6 的圆柱。

（3）利用“并集”快捷命令 UNI，将实体进行并集运算，壳体和中部如图 11-111 所示。

（4）利用“复制”快捷命令 CO，以创建的壳体中部实体底面圆心为基点，将其复制到壳体底座顶面的圆心处。

（5）利用“并集”快捷命令 UNI，将壳体底座与复制的壳体中部进行并集运算，并集壳体中部后的实体如图 11-112 所示。

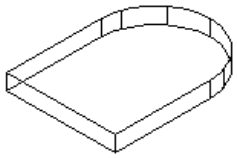


图 11-111　壳体中部

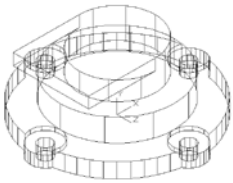


图 11-112　并集壳体中部后的实体

5．创建壳体上部

（1）利用“拉伸面”命令，将创建的壳体中部，顶面拉伸 30，左侧面拉伸 20，结果如图 11-113 所示。

（2）利用“长方体”快捷命令 BOX，以实体左下角点为角点，创建长为 5，宽为 28，高为 36 的长方体。

（3）利用“移动”快捷命令 M，以长方体左边中点为基点，将其移动到实体左边中点处，移动长方体的结果如图 11-114 所示。

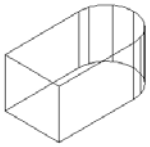


图 11-113　拉伸面操作后的实体

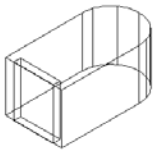


图 11-114　移动长方体

（4）利用“差集”快捷命令 SU，将实体与长方体进行差集运算。

（5）利用“圆”快捷命令 C，捕捉实体顶面圆心为圆心，绘制半径为 22 的辅助圆。

（6）利用“圆柱体”快捷命令 CYL，捕捉 R22 圆的右象限点为圆心，创建半径为 6，高为-16 的圆柱。

（7）利用“并集”快捷命令 UNI，将实体进行并集运算，并集圆柱后的实体如图 11-115 所示。

（8）删除辅助圆。

（9）利用“移动”快捷命令 M，以实体底面圆心为基点，将其移动到壳体顶面圆心处。

（10）利用“并集”快捷命令 UNI，将实体进行并集运算，并集壳体上部后的实体如图 11-116 所示。

6．创建壳体顶板

（1）利用“长方体”快捷命令 BOX，在实体旁边创建长为 55，宽为 68，高为 8 的长方体。

（2）利用“圆柱体”快捷命令 CYL，以长方体底面右边中点为圆心，创建直径为 68，高为 8 的圆柱。

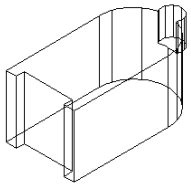


图 11-115　并集圆柱后的实体

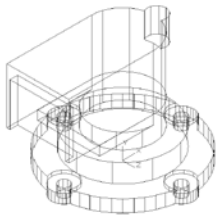


图 11-116　并集壳体上部后的实体

（3）利用“并集”快捷命令 UNI，将实体进行并集运算。

（4）执行“复制边“命令，如图 11-117 所示，选取实体底边，在原位置进行复制。

（5）利用“合并多段线”快捷命令 PEDIT，将复制的实体底边合并成一条多段线。

（6）利用“偏移”快捷命令 O，将多段线向内偏移 7。

（7）利用“构造线”快捷命令 XL，过多段线圆心绘制竖直辅助线及 45°辅助线。

（8）利用“偏移”快捷命令 O，将水平辅助线分别向左偏移 12 及 40，如图 11-118 所示。

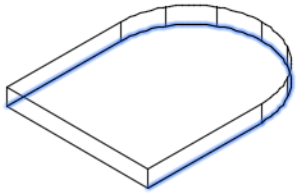


图 11-117　选取复制的边线

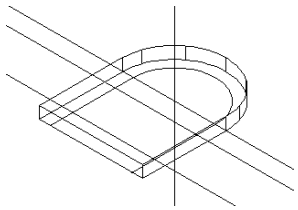


图 11-118　偏移辅助线

（9）利用“圆柱体”快捷命令 CYL，捕捉辅助线与多段线的交点为圆心，分别创建直径为 7，高为 8 及直径为 14，高为 2 的圆柱；利用“三维镜像”快捷命令 MIRROR3D，将圆柱以 ZX 平面为镜像面，以底面圆心为 ZX 面上的点进行镜像操作；利用“差集”快捷命令 SU，将实体与镜像后的圆柱进行差集运算。

（10）删除辅助线；利用“移动”快捷命令 M，以壳体顶板底面圆心为基点，将其移动到壳体顶面圆心处。

（11）利用“并集”快捷命令 UNI，将实体进行并集运算，并集壳体顶板后的实体如图 11-119 所示。

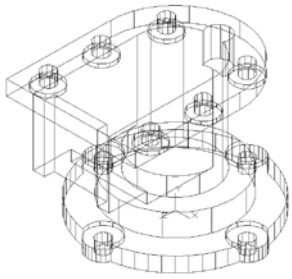


图 11-119　并集壳体顶板后的实体

7．拉伸壳体面

执行“拉伸面”命令，如图 11-120 所示，选取壳体表面，拉伸-8，消隐后的结果如图 11-121 所示。

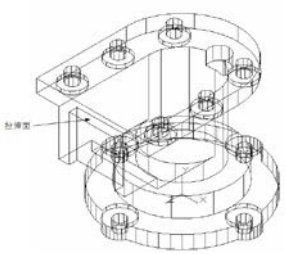


图 11-120　选取拉伸面

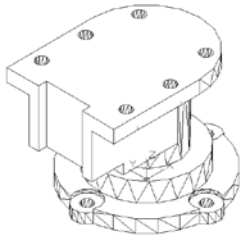


图 11-121　拉伸面后的壳体

11.8.2　绘制壳体的其他部分

绘制壳体的其他部分包括以下 4 方面的工作。

1．创建壳体竖直内孔

（1）利用“圆柱体”快捷命令 CYL，以(0,0,0)为圆心，分别创建直径为 18，高为 14 及直径为 30，高为 80 的圆柱；以(-25,0,80)为圆心，创建直径为 12，高为-40 的圆柱；以(22,0,80)为圆心，创建直径为 6，高为-18 的圆柱。

（2）利用“差集”快捷命令 SU，将壳体与内形圆柱进行差集运算。

2．创建壳体前部凸台及孔

（1）设置用户坐标系。利用“坐标系”快捷命令 UCS，将坐标原点移动到(-25,-36,48)，并将其绕 X 轴旋转 90°。

（2）利用“圆柱体”快捷命令 CYL，以(0,0,0)为圆心，分别创建直径为 30，高为-16；直径为 20，高为-12 及直径为 12，高为-36 的圆柱。

（3）利用“并集”快捷命令 UNI，将壳体与直径为 30 的圆柱进行并集运算。

（4）利用“差集”快捷命令 SU，将壳体与其余圆柱进行差集运算，如图 11-122 所示。

3．创建壳体水平内孔

（1）设置用户坐标系。将坐标原点移动到(-25,10,-36)，并绕 Y 轴旋

转 90°。

（2）利用“圆柱体”快捷命令 CYL，以(0,0,0)为圆心，分别创建直径为 12，高为 8 及直径为 8，高为 25 的圆柱；以(0,10,0)为圆心，创建直径为 6，高为 15 的圆柱。

（3）利用“三维镜像”快捷命令 MIRROR3D，将直径为 6 圆柱以当前 ZX 平面为镜像面，进行镜像操作。

（4）利用“差集”快捷命令 SU，将壳体与内孔圆柱进行差集运算，如图 11-123 所示。

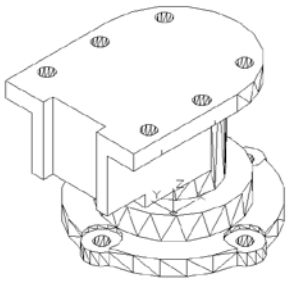


图 11-122　壳体凸台及内孔

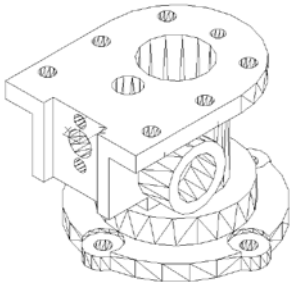


图 11-123　差集水平内孔后的壳体

4．创建壳体肋板

（1）切换视图到前视图。

（2）利用“多段线”快捷命令 PL，绘制多段线如图 11-124 所示，沿路径“点 1（中点）→点 2（垂足）→点 3（垂足）→点 4（垂足）→点 5(@0,-4) →点 1”绘制闭合多段线。

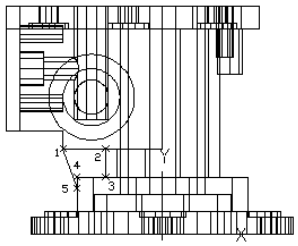


图 11-124　绘制多段线

（3）利用“拉伸”快捷命令 EXT，将闭合的多段线拉伸 3。

（4）利用“三维镜像”快捷命令 MIRROR3D，将拉伸实体以当前 XY 平面为镜像面，进行镜像操作。

（5）利用“并集”快捷命令 UNI，将壳体与肋板进行并集运算。

11.8.3 倒角与渲染视图

1．圆角操作

利用“圆角”快捷命令 F，对壳体进行倒角及倒圆角操作。

2．渲染处理

利用“渲染”快捷命令 RR，选择适当的材质对图形进行渲染。渲染后的效果如图 11-108 所示。

第12章 机械设计综合实例

在本章中，通过变速器零件图和装配图的绘制，学习用 AutoCAD 2016 绘制完整机械设计工程图的基础知识以及方法和技巧。

12.1 完整零件图绘制方法

零件图是设计者表达对零件设计意图的一种技术文件。

12.1.1 零件图内容

零件图是表示零件的结构形状、大小和技术要求的工程图样，并根据它加工制造零件。一幅完整零件图应包括以下内容。

（1）一组视图：表达零件的形状与结构。

（2）一组尺寸：标出零件上结构的大小、结构间的位置关系。

（3）技术要求：标出零件加工、检验时的技术指标。

（4）标题栏：注明零件的名称、材料、设计者、审核者、制造厂家等信息的表格。

12.1.2 零件图绘制过程

零件图的绘制过程包括草绘和绘制工作图，AutoCAD 一般用作绘制工作图。下面是绘制零件图的基本步骤。

1．设置作图环境。作图环境的设置一般包括以下两方面。

（1）选择比例：根据零件的大小和复杂程度选择比例，尽量采用1∶1。

（2）选择图纸幅面：根据图形、标注尺寸、技术要求所需的图纸幅面，选择标准幅面。

2．确定作图顺序，选择尺寸转换为坐标值的方式。

3．标注尺寸，标注技术要求，填写标题栏。标注尺寸前要关闭剖面层，以免剖面线在标注尺寸时影响端点捕捉。

4．校核与审核。

12.2 箱体的绘制方法

箱体的绘制过程可以说是二维图形制作中比较经典的实例，涉及绘图环境的设置、文字和尺寸标注样式的设置、三视图图形的绘制以及剖面线的绘制等，是利用 AutoCAD 2016 二维绘图功能的综合实例。

12.2.1 变速器箱体的绘制过程

1．设置绘图环境

（1）新建文件。利用“新建”快捷命令 Ctrl+N，新建一个名为“箱体.dwg”的图形文件。

（2）设置图幅。在命令行中输入“limits”后按 Enter 键，命令行提示与操作如下。

```
命令: limits↙
指定左下角点或 [开(ON)/关(OFF)] <0.0000,0.0000>:↙
指定右上角点 <420.0000,297.0000>: 841,594↙
```

即使用 A1 图纸。

（3）新建图层。利用“图层”快捷命令 LA，新建并设置每个图层，如图 12-1 所示。

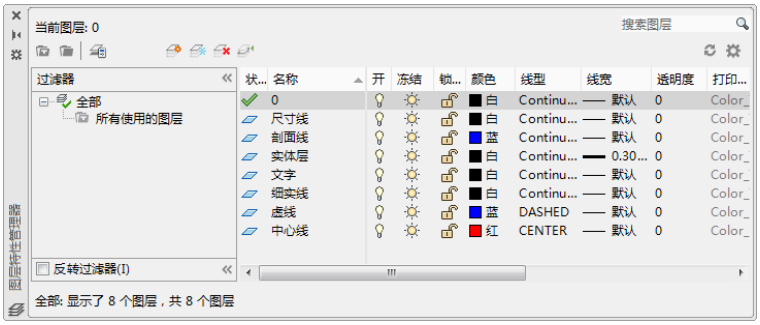


图 12-1　“图层特性管理器”对话框

2．绘制变速器箱体俯视图

（1）绘制中心线。将“中心线”图层设置为当前图层，利用“直线”快捷命令 L，绘制 3 条水平中心线{(50,150),(500,150)}、{(50,360),(800,360)}和{(50,530),(800,530)}；绘制 5 条竖直中心线{(65,50),(65,550)}、{(490,50)，(490,550)}、{(582,350)，(582,550)}、{(680,350),(680,550)}和{(778,350)，(778,550)}，如图 12-2 所示。

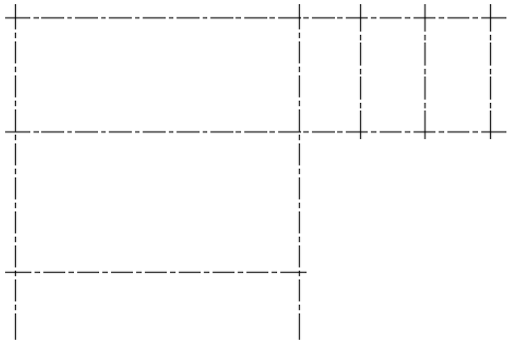


图 12-2　绘制中心线

（2）绘制矩形。将“实体层”图层设置为当前图层，执行“矩形”快捷命令 REC，利用给定矩形的两个角点的方法分别绘制矩形 1{(65,52)，(490,248)}、矩形 2 {(100,97),(455,203) }、矩形 3{(92,54),(463,246)}、矩形 4{(92,89), (463,211)}。矩形 1 和矩形 2 构成箱体顶面轮廓线，矩形 3 构成箱体底座轮廓线，矩形 4 构成箱体中间膛轮廓线，如图 12-3 所示。

（3）更改图形对象的颜色。选择矩形 3，单击“特征”选项板中的“颜色”下三角按钮，弹出颜色选择下拉列表，如图 12-4 所示。在其中选择一种颜色赋予矩形 3。采用同样的方法，更改矩形 4 的线条颜色，以便区分各个矩形。

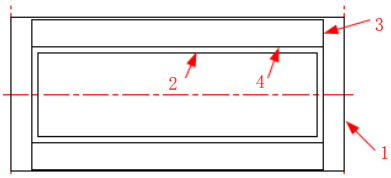


图 12-3　绘制矩形

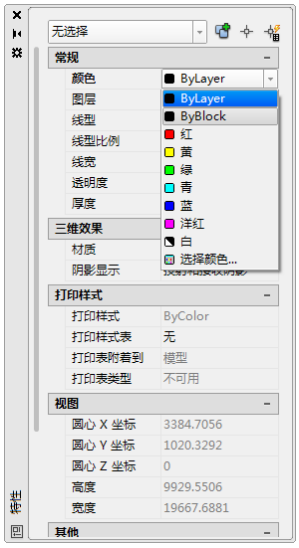


图 12-4　更改对象颜色

（4）绘制轴孔。绘制轴孔中心线，利用“偏移”快捷命令 O，从左向右偏移量依次为 110 和 255，绘制轴孔，重复“偏移”命令，左轴孔直径为 68，右轴孔直径为 90，将偏移后的孔放置在实体层，修剪后的结果如图 12-5 所示。

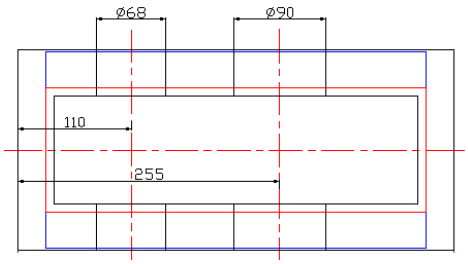


图 12-5　绘制轴孔

（5）细化顶面轮廓线。利用“分解”快捷命令 X，将矩形 1 进行分解，利用“偏移”快捷命令 O，将上边和下边向内偏移 5，将直径为 68 和 90 的孔分别向外侧偏移 12，结果如图 12-6 所示。

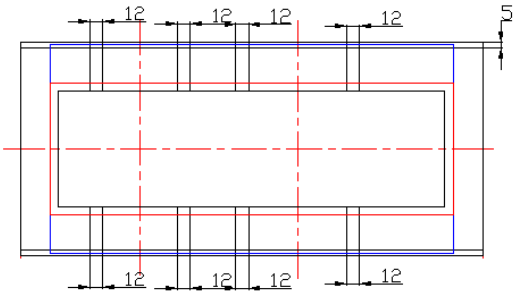


图 12-6　绘制偏移直线

（6）顶面轮廓线倒圆角。利用“圆角”快捷命令 F，将偏移量为 5 的直线与矩形 1 的两条竖直线形成的 4 个直角的圆角半径为 10，矩形 2 的 4 个直角的圆角半径为 5，其他处倒圆角半径为 5。

（7）细化轴孔。利用“倒角”快捷命令 CHA，对轴孔进行倒角，倒角距离为 C2，修剪后的结果如图 12-7 所示。

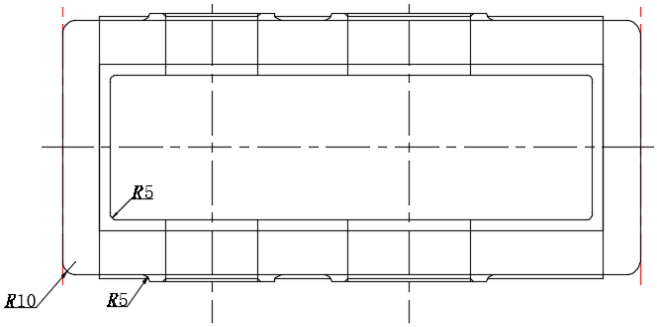


图 12-7　倒圆角和倒角

（8）绘制螺栓孔和销孔中心线。利用“偏移”快捷命令 O，各方向的偏移量和偏移方向如图 12-8 所示。

（9）绘制螺栓孔和销孔。利用“圆”快捷命令 C，以中心线交点为圆心分别绘制上下螺栓孔为 Φ13 的通孔，右侧为 Φ11 的通孔；销孔图

线由 Φ10 和 Φ8 两个投影圆组成，结果如图 12-9 所示。

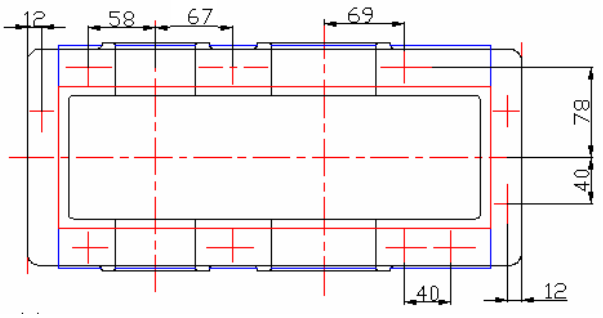


图 12-8　绘制螺栓孔和销孔中心线

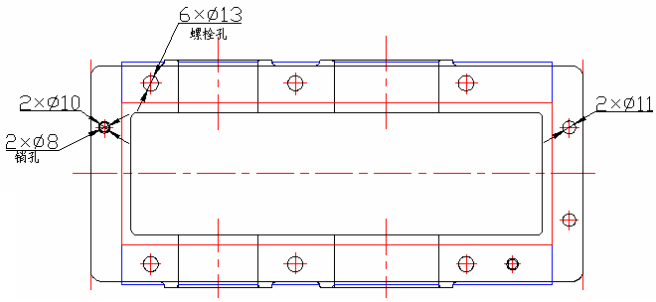


图 12-9　绘制螺栓孔和销孔

（10）箱体底座轮廓线（矩形 3）倒圆角。利用“圆角”快捷命令 F，对底座轮廓线（矩形 3）倒圆角，半径为 10。进行修剪，完成变速器箱体俯视图的绘制，结果如图 12-10 所示。

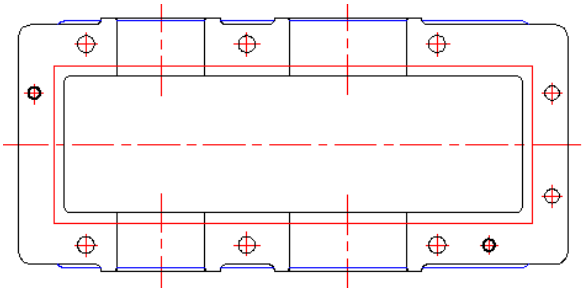


图 12-10　变速器箱体俯视图

3．绘制变速器箱体主视图

（1）绘制箱体主视图定位线。执行“直线”快捷命令 L，利用“对象捕捉”和“正交”功能从俯视图绘制投影定位线；利用“偏移”快捷命令 O，将最上面的中心线向下偏移 12，将其下面的中心线向上偏移 20，结果如图 12-11 所示。

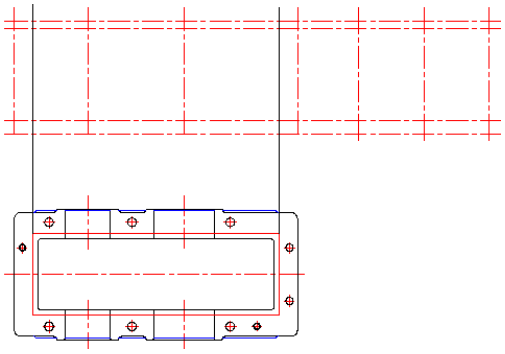


图 12-11　绘制箱体主视图定位线

（2）绘制主视图轮廓线。利用“修剪”快捷命令 TR，对主视图进行修剪，并将其所在图层设置为“实体层”，形成箱体顶面、箱体中间膛和箱体底座的轮廓线，结果如图 12-12 所示。

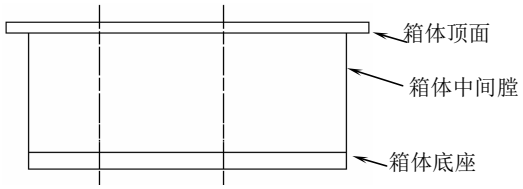


图 12-12　绘制主视图轮廓线

（3）绘制轴孔和端盖安装面。利用“圆”快捷命令 C，以两条竖直中心线与顶面线交点为圆心，分别绘制左侧一组同心圆：Φ68、Φ72、Φ92 和 Φ98；右侧一组同心圆：Φ90、Φ94、Φ114 和 Φ120，并进行修剪，结果如图 12-13 所示。

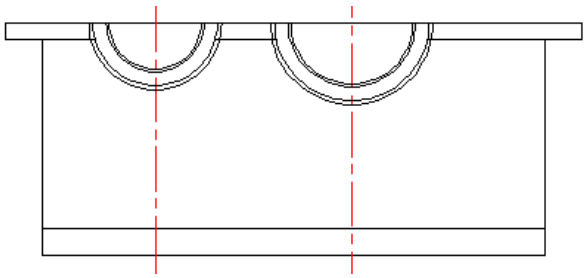


图 12-13　绘制轴孔和端盖安装面

（4）偏移直线。利用“偏移”快捷命令 O，将顶面轮廓线向下偏移 40，并进行修剪，补全左右轮廓线，结果如图 12-14 所示。

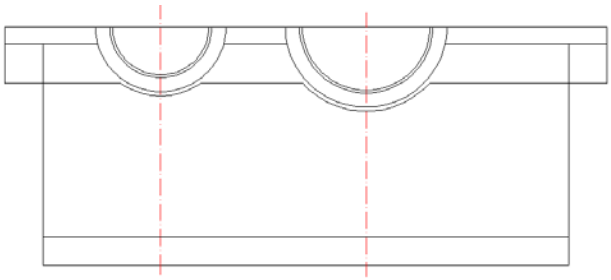


图 12-14　偏移直线

（5）绘制左右耳片。利用“偏移”快捷命令 O、“圆角”快捷命令 F 和利用“圆”快捷命令 C，绘制半径为 8，深度为 15 的耳片，圆角半径为 5，结果如图 12-15 所示。

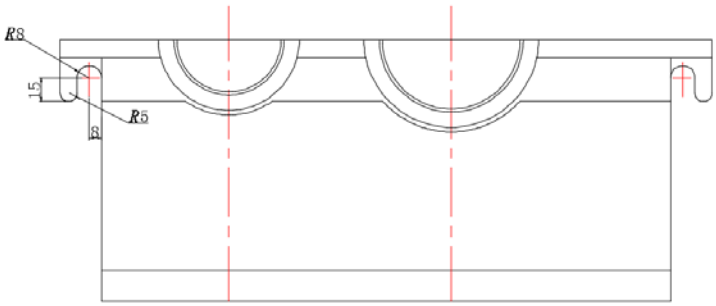


图 12-15　绘制左右耳片

（6）绘制左右肋板。利用“偏移”快捷命令 O，绘制肋板宽度为

12，与箱体中间膛的相交宽度为 16，并对图形进行修剪，结果如图 12-16 所示。

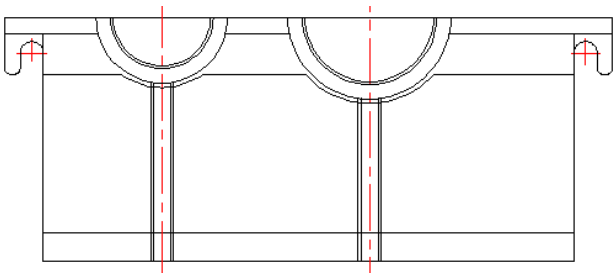


图 12-16　绘制左右肋板

（7）图形倒圆角。利用“圆角”快捷命令 F，采用不修剪、半径模式，对主视图进行倒圆角操作，箱体的铸造圆角半径为 5。倒角后再对图形进行必要的修剪，结果如图 12-17 所示。

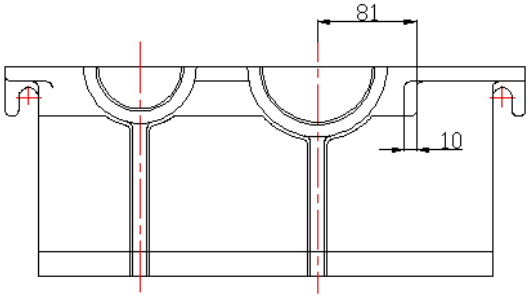


图 12-17　图形倒圆角

（8）绘制样条曲线。利用“样条曲线”快捷命令 SPL，在两个端盖安装面之间绘制曲线，构成剖切平面，如图 12-18 所示。

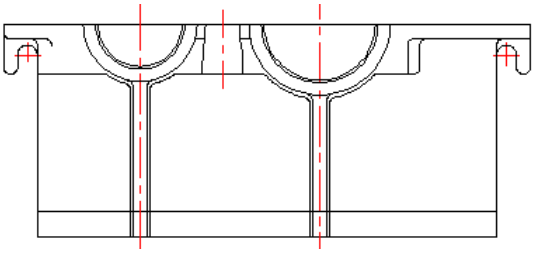


图 12-18　绘制样条曲线

（9）绘制螺栓通孔。在剖切平面内，绘制螺栓通孔 Φ13×38 和安装沉孔 Φ24×2。利用“图案填充”快捷命令 H，将“剖面线”图层设置为当前图层，绘制剖面线。采用同样的方法，绘制销通孔 Φ10×12 以及螺栓通孔 Φ11×10 和安装沉孔 Φ15×2，结果如图 12-19 所示。

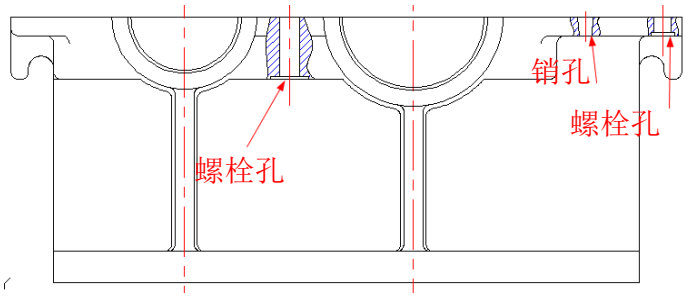


图 12-19　绘制螺栓通孔

（10）绘制油标尺安装孔轮廓线。利用“偏移”快捷命令 O，将箱体底轮廓线向上偏移 100。利用“直线”快捷命令 L，以偏移直线与箱体右侧轮廓线交点为起点绘制斜线，形成油标尺安装孔轮廓线。在命令行提示下利用“对象捕捉”功能，捕捉偏移直线与箱体右侧轮廓线的交点作为直线起点，依次输入(@30<-45)和(@30<-135)，按 Enter 键确认，如图 12-20 所示。

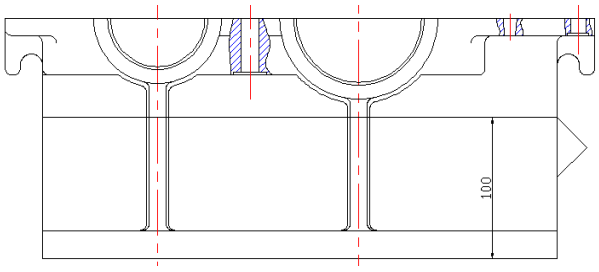


图 12-20　绘制油标尺安装孔轮廓线

（11）绘制箱体内壁轮廓线。删除辅助线。利用“样条曲线”快捷命令 SPL，绘制油标尺安装孔剖面线；利用“偏移”快捷命令 O，将箱体右侧轮廓线向左偏移 8，将底轮廓线分别向上偏移 5 和 8；利用“修剪”快捷命令 TR，对相应的图线进行必要的修剪，完成箱体内壁轮廓

线的绘制，结果如图 12-21 所示。

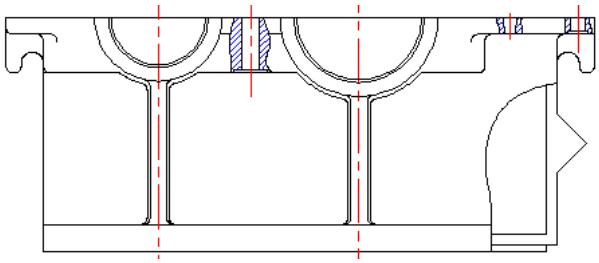


图 12-21　绘制箱体内壁轮廓线

（12）绘制油标尺安装孔。利用“直线”快捷命令 L 和利用“偏移”快捷命令 O，绘制 Φ12 孔和 Φ20×1.5 的安装沉孔，并进行编辑，结果如图 12-22 所示。

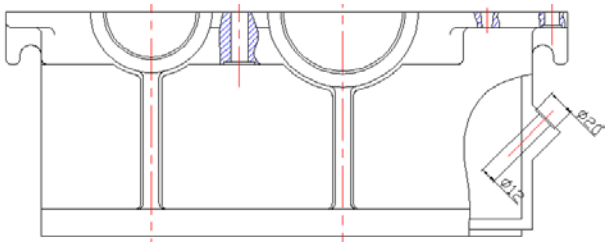


图 12-22　绘制油标尺安装孔

（13）绘制剖面线。利用“图案填充”快捷命令 H，将“剖面线”图层设置为当前图层，绘制剖面线，完成变速器箱体主视图的绘制，结果如图 12-23 所示。

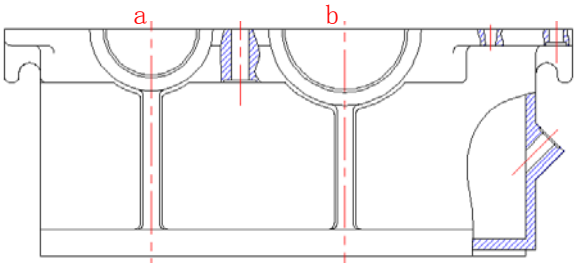


图 12-23　变速器箱体主视图

（14）绘制端盖安装孔。将“中心线”层设置为当前层，利用“直线”快捷命令 L，分别以 a,b 为起点，绘制端点为（@60<-30）直线。利用“圆”快捷命令 C，以 a 点为圆心绘制半径为 41 的圆，再以 b 点为圆心绘制半径为 52 的圆；重复“圆”命令，以中心线和中心圆的交点为圆心，绘制半径为 2.5 和 3 的圆，并对绘制的圆进行修剪和图层设置。利用“环形阵列”命令，将绘制的同心圆进行环形阵列，阵列个数为 3，项目间角度为 60°，填充角度为-120°结果如图 12-24 所示。

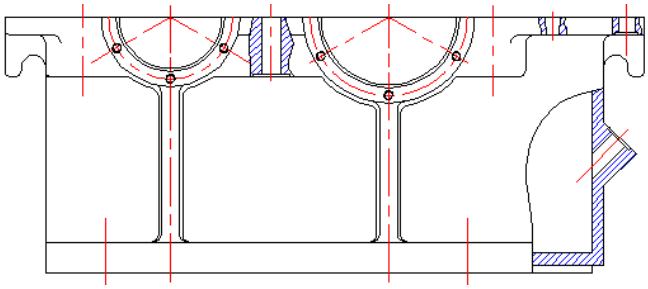


图 12-24　绘制端盖安装

4．绘制变速器箱体左视图

（1）绘制箱体左视图定位线。利用“偏移”快捷命令 O，将竖直中心线分别向左右偏移 61 和 96，如图 12-25 所示。

（2）绘制左视图轮廓线。利用“修剪”快捷命令 TR，对图形进行修剪，并将偏移中心线所在的图层设置为“实体层”，形成箱体顶面、箱体中间膛和箱体底座的轮廓线，如图 12-26 所示。

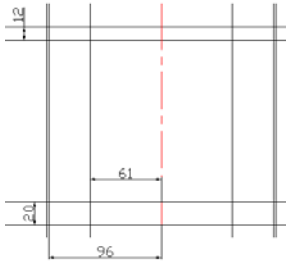


图 12-25　绘制箱体左视图定位线

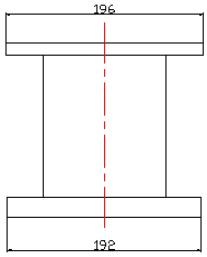


图 12-26　绘制左视图轮廓线

（3）绘制顶面水平定位线。将“实体层”设置为当前层。利用“直线”快捷命令 L，以主视图中特征点为起点，利用“正交”功能绘制顶面水平定位线，结果如图 12-27 所示。

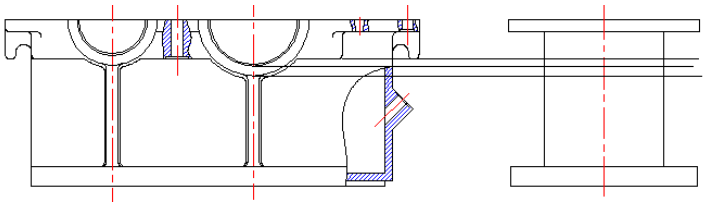


图 12-27　绘制顶面水平定位线

（4）绘制顶面竖直定位线。利用“延伸”快捷命令 EX，将左右两侧轮廓线延伸；利用“偏移”快捷命令 O，将箱体顶面左右轮廓线向内偏移 5，如图 12-28 所示。

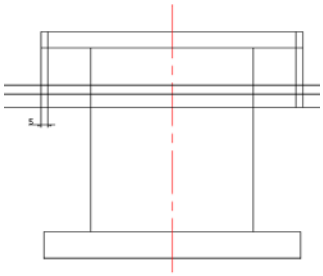


图 12-28　绘制顶面竖直定位线

（5）修剪图形。利用“修剪”快捷命令 TR，对偏移直线和定位线进行修剪，图形修建结果如图 12-29 所示。

（6）绘制肋板。执行“偏移”快捷命令 O，偏移量为 5；利用“延伸”快捷命令 EX，将偏移直线向上延伸；再利用“修剪”快捷命令 TR，将多余线段修剪掉，如图 12-30 所示。

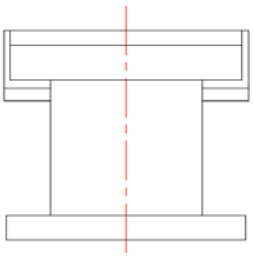


图 12-29　图形修剪

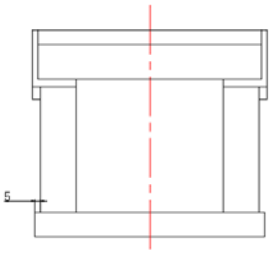


图 12-30　绘制肋板

（7）倒圆角。利用“圆角”快捷命令 F，各铸造圆角半径为 5，结果如图 12-31 所示。

（8）绘制底座凹槽。利用“偏移”快捷命令 O，将中心线分别向左右偏移 50，底面轮廓线向上偏移 5；利用“圆角”快捷命令 F，对直线连接处倒圆角，圆角半径为 5，再对图线进行必要的修剪，结果如图 12-32 所示。

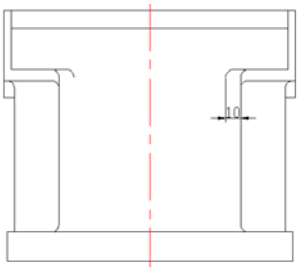


图 12-31　倒圆角

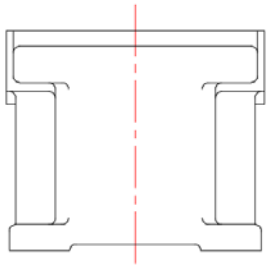


图 12-32　绘制底座凹槽

（9）绘制底座螺栓通孔。绘制方法与主视图中的螺栓通孔相同，先绘制定位中心线，然后绘制剖切线，再绘制螺栓通孔，最后绘制剖面线。利用“直线”快捷命令 L、“圆角”快捷命令 F 和“修剪”快捷命令 TR，绘制中间耳钩图形，结果如图 12-33 所示。

（10）绘制剖视图。利用“删除”快捷命令 E，删除左视图右半部分多余的线段，利用“偏移”快捷命令 O，将竖直中心线向右偏移 53，将下边的线向上偏移 8，利用“修剪”快捷命令 TR、“延伸”快捷命令 EX 和“圆角”快捷命令 F，整理图形如图 12-34 所示。

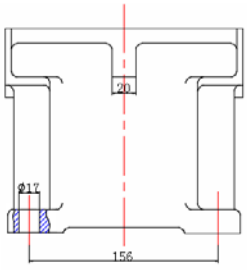


图 12-33　绘制底座螺栓通孔

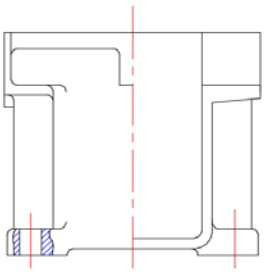


图 12-34　绘制剖视图

（11）绘制螺纹孔。利用“直线”快捷命令 L，“偏移”快捷命令 O 和“修剪”快捷命令 TR，绘制螺纹孔，并对图形进行整理，绘制螺纹空的结果如图 12-35 所示。

（12）填充图案。利用“图案填充”快捷命令 H，对剖视图填充图案，结果如图 12-36 所示。

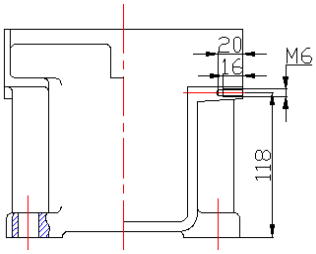


图 12-35　绘制螺纹孔

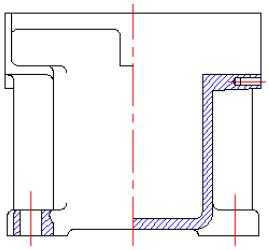


图 12-36　填充图案

（13）修剪俯视图。利用“删除”快捷命令 E，删除俯视图中的箱体中间膛轮廓线（矩形 4），最终完成变速器箱体的设计，如图 12-37 所示。

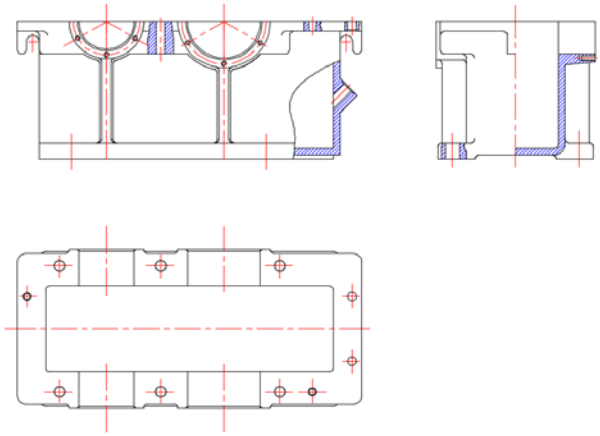


图 12-37　箱体

注意

箱体类零件主要用来支撑、包容其他零件，内外结构都比较复杂。由于箱体在机械中的位置是固定的，因此，箱体的主视图经常按工作位置和形状特征来选择。为了清晰地表达内外形状结构，需要 3 个或 3 个以上的基本视图，并以适当的剖视图表达内部结构。如图 12-38 所示的泵体，主视图(B-B 局部剖视图）按工作位置来选择，清楚地表达了泵体的内部结构及左、右端面螺纹孔和销孔的深度，而且明显地反映了泵体左右各部分的相对位置。左视图进一步表达了泵体的内部形状以及左端面上螺纹和销孔的分布位置及大小，还采用局部剖视表达进出油孔的大小及位置。右视图重点表达了泵体右端面凸台的形状，而 A-A 剖视图反映了安装板的形状、沉孔的位置以及支撑板的端面形状。

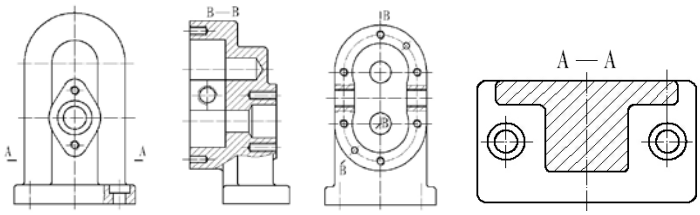


图 12-38　泵体的表示方法

12.2.2　变速器箱体标注

1．设置标注样式

将“尺寸线”图层设置为当前图层，利用“标注样式”快捷命令 D，新建“机械制图样式”标注样式，设置箭头大小为“3”，文字高度为“8”，文字对齐方式为“与尺寸线对齐”，将“机械制图样式”设置为当前使用的标注样式。

2．标注俯视图尺寸

利用“线性”快捷命令 DLI、“半径”快捷命令 DRA 和“直径”快捷命令 DDI，对俯视图进行尺寸标注，结果如图 12-39 所示。

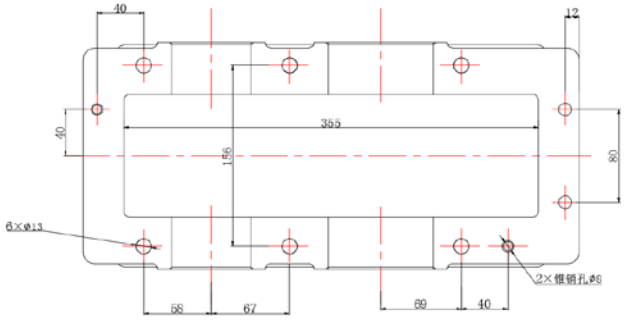


图 12-39　俯视图尺寸标注

3．主视图尺寸标注

（1）主视图无公差尺寸标注。利用“线性”快捷命令 DLI、“半径”快捷命令 DRA 和“直径”快捷命令 DDI，对主视图中的无公差尺寸进行标注，结果如图 12-40 所示。

（2）新建带公差的标注样式。利用“标注样式”快捷命令 D，打开“标注样式管理器”对话框，新建一个名为“副本机械制图样式（带公差）”的标注样式，“基础样式”为“机械制图样式”。在“新建标注样式”对话框中，对“公差”选项卡进行相关设置，并把“副本机械制图样式（带公差）”设置为当前使用的标注样式。

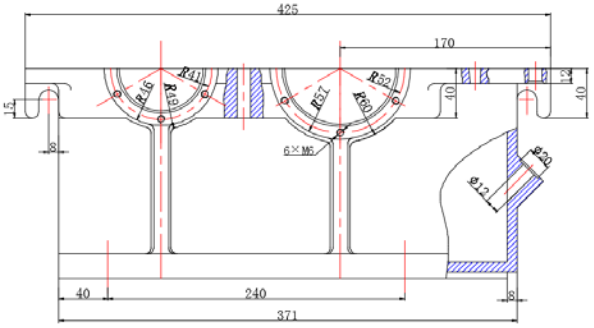


图 12-40　主视图无公差尺寸标注

（3）主视图带公差尺寸标注。利用“线性”快捷命令 DLI、“半径”快捷命令 DRA 和“直径”快捷命令 DDI，对主视图中带公差的尺寸进行标注。采用前面章节所讲的带公差尺寸标注的方法，对尺寸公差进行编辑修改，结果如图 12-41 所示。

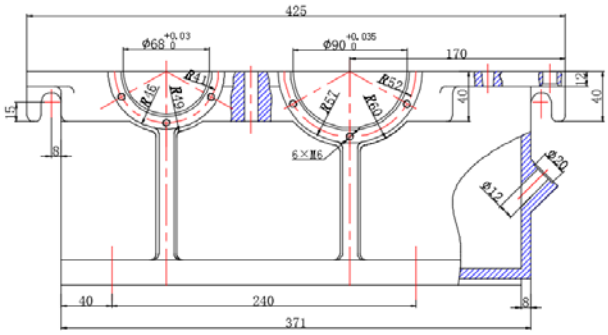


图 12-41　主视图带公差尺寸标注

4．左视图尺寸标注

将“机械制图样式”设置为当前使用的标注样式，利用“线性”快捷命令 DLI、“半径”快捷命令 DRA 和“直径”快捷命令 DDI，对左视图进行无公差尺寸标注，如图 12-42 所示。

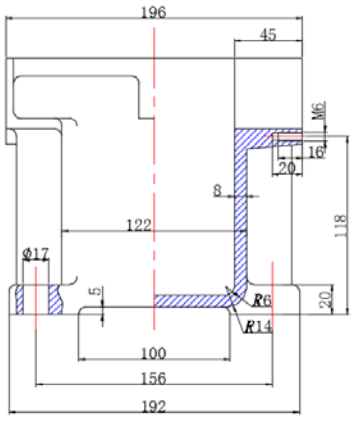


图 12-42　左视图尺寸标注

5．填写技术要求

（1）设置文字标注格式。利用“文字样式”快捷命令 ST，打开“文字样式”对话框，创建“技术要求”文字样式。在“字体名”下拉列表框中选择“仿宋_GB2312”，“字体样式”设置为“常规”，在“高度”文本框中输入“8”，如图 12-43 所示。单击“应用”按钮，完成“技术要求”文字标注样式的设置。



图 12-43　“文字样式”对话框

（2）填写技术要求。利用“多行文字”快捷命令 T，打开“文字编辑器”选项卡和多行文字编辑器，在其中填写技术要求，如图 12-44 所示。

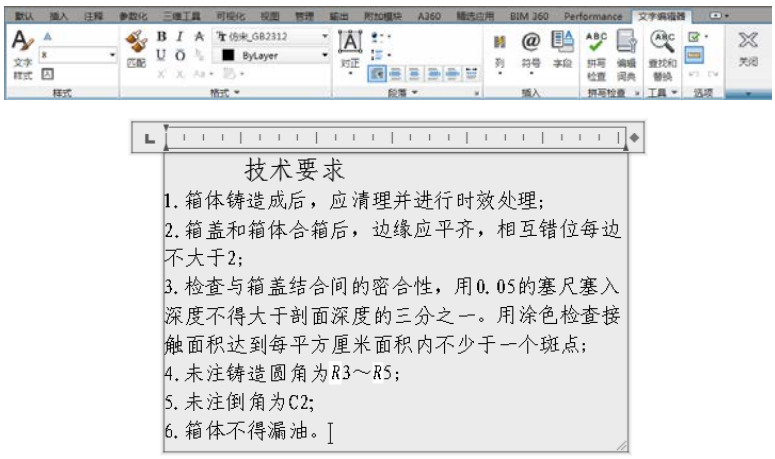


图 12-44　填写技术要求

6．插入图框

打开源文件/图库/图框，将其复制粘贴到当前图形中，并适当移动调整位置。将“标题栏层”图层设置为当前图层，在标题栏中填写“变速器箱体”字样。变速器箱体设计最终结果如图 12-45 所示。

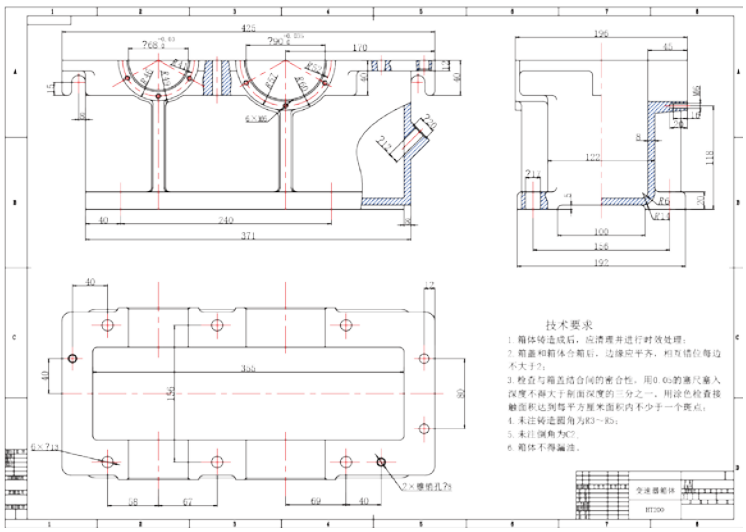


图 12-45　变速器箱体

12.3 传动轴设计

轴类零件是机械零件中的一种典型机件，由一系列同轴回转体构成，其上分布有各种键槽。其局部细节采用局部剖视图、局部放大图等来表现。其主视图具有对称性，作图时可以利用“镜像”命令完成整个轴轮廓图的绘制。图 12-46 所示是本节要绘制的零件图。

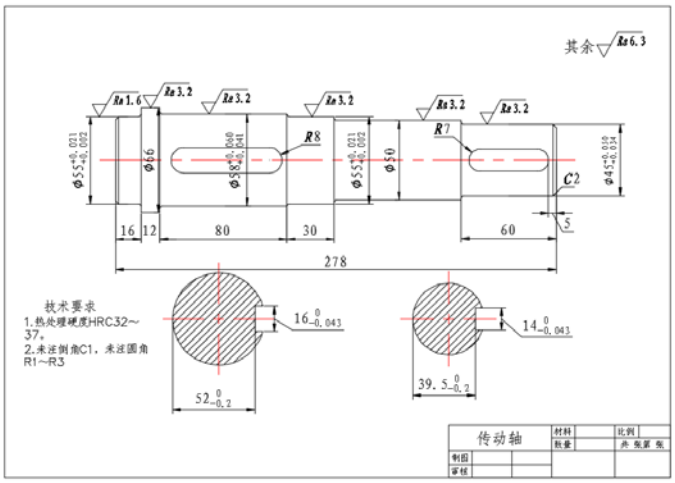


图 12-46　传动轴零件图

12.4 装配图内容

装配图表达了部件的设计构思、工作原理和装配关系，也表达出各零件间的相互位置、尺寸及结构形状。它是绘制零件工作图、部件组装、调试及维护等的技术依据。设计装配工作图时要综合考虑工作要求、材料、强度、刚度、磨损、加工、装拆、调整、润滑和维护以及经济诸因素，并要用足够的视图表达清楚。

完整装配图包含以下内容。

（1）一组图形：用一般表达方法和特殊表达方法，正确、完整、清

晰和简便地表达装配体的工作原理，零件之间的装配关系、连接关系和零件的主要结构形状。

（2）必要的尺寸：在装配图上必须标注出表示装配体的性能、规格以及装配、检验、安装时所需的尺寸。

（3）技术要求：用文字或符号说明装配体的性能、装配、检验、调试、使用等方面的要求。

（4）标题栏、零件的序号和明细表：按一定的格式，对零件、部件进行编号，并填写标题栏和明细表，以便读图。

12.5 变速器装配图

先将变速器箱体图块插入预先设置好的装配图纸中，起到为后续装配零件定位的作用；然后分别插入各个零件图块，利用“移动”快捷命令 M 使其安装到变速器箱体中合适的位置，再通过“修剪”快捷命令 TR、“直线”快捷命令 L，删除图中多余的作图线，补绘漏缺的轮廓线；最后，标注装配图配合尺寸，为各个零件编号，填写标题栏和明细表。最终效果如图 12-47 所示。

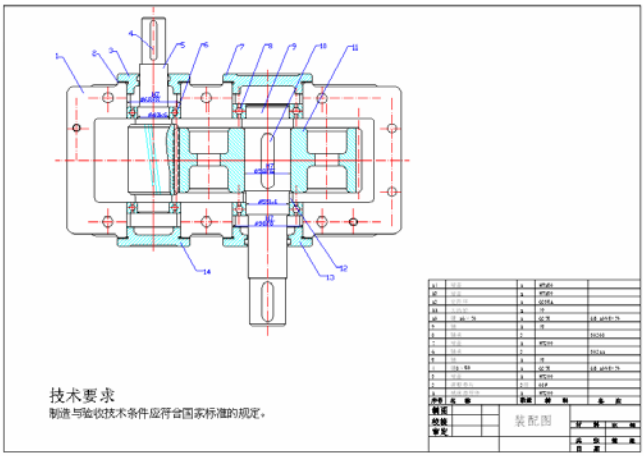


图 12-47　变速器装配图

12.5.1　安装已有图块

01 配置绘图环境。打开样板文件“A1.dwt”，将其另存为“变速器装配图.dwg”。新建图层“尺寸标注”和“标题栏”。

02 入”对话框，如图 12-48 所示。单击“浏览”按钮，打开“选择图形文件”对话框，选择“箱体.dwg”图形文件，单击“打开”按钮，返回“插入”对话框。设置“插入点”坐标为(360,300,0)，插入比例和旋转角度保持系统默认设置，单击“确定”按钮，插入变速器箱体图块，如图 12-49 所示。

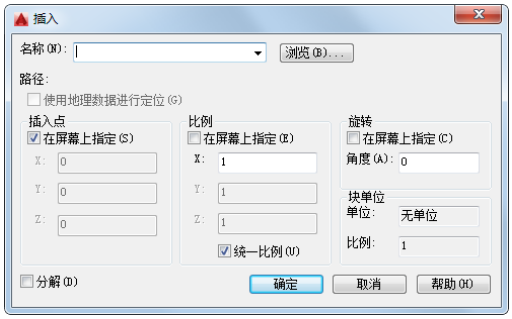


图 12-48　“插入”对话框

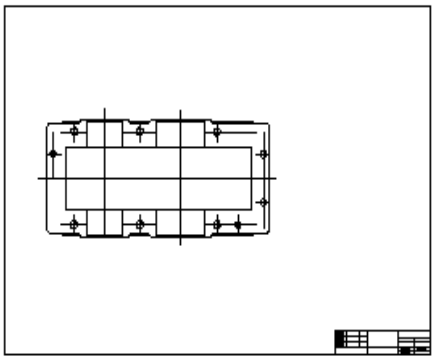


图 12-49　插入变速器箱体图块

03 插入齿轮轴图块。利用“插入块”快捷命令 I，打开“插入”对话框，单击“浏览”按钮，在打开的“选择图形文件”对话框中选择“小齿轮轴.dwg”图形文件。设置“插入点”为“在屏幕上指定”，旋转角度为 90，“比例”保持系统默认设置，单击“确定”按钮，插入齿轮轴图块。

04 移动齿轮轴图块。利用“移动”快捷命令 M，选择插入的齿轮轴图块，将齿轮轴安装到变速器箱体中，使齿轮轴最下面的台阶面与箱体的内壁重合，如图 12-50 所示。

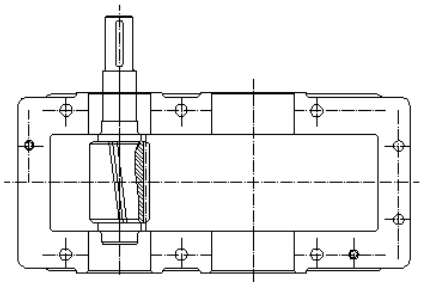


图 12-50　安装齿轮轴

05 插入传动轴图块。利用“插入块”快捷命令 I，打开“插入”对话框，单击“浏览”按钮，在打开的“选择图形文件”对话框中选择“传动轴.dwg”图形文件。设置“插入点”为“在屏幕上指定”，旋转角度为 -90，“比例”保持系统默认设置，单击“确定”按钮，插入传动轴图块。

06 移动传动轴图块。利用“移动”快捷命令 M，选择插入的传动轴图块，移动基点为传动轴大端的台阶面中点，将传动轴安装到变速器箱体中，使其大端面的台阶面与变速器箱体的内壁重合，如图 12-51 所示。

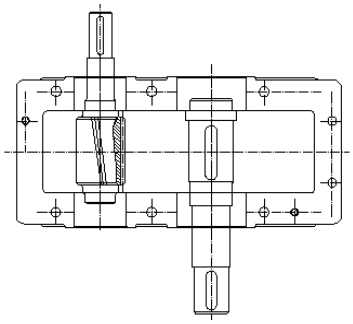


图 12-51　安装传动轴

07 插入齿轮图块。利用“插入块”快捷命令 I，打开“插入”对话框，单击“浏览”按钮，在“选择图形文件”对话框中选择“圆柱直齿轮.dwg”图形文件。设置“插入点”为“在屏幕上指定”，旋转角度为 90，比例为 2，单

击“确定”按钮，插入齿轮图块。

08 移动齿轮图块。利用“移动”快捷命令 M，选择插入的齿轮图块，移动基点为齿轮的上端面中点，将齿轮安装到变速器箱体的传动轴上，使其上端面与传动轴的台阶面重合，如图 12-52 所示。

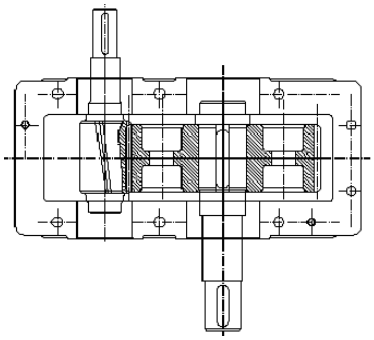


图 12-52　安装齿轮

09 安装其他变速器零件。仿照上面的方法，安装轴承以及 4 个箱体端盖，结果如图 12-53 所示。

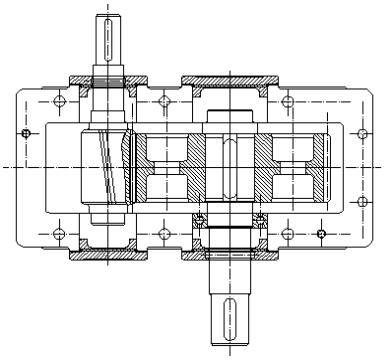


图 12-53　安装其他变速器零件

12.5.2　补全装配图

01 绘制大、小轴承。利用“复制”快捷命令 CO，复制轴承图块，并移动到传动轴的合适位置。然后，绘制齿轮轴上的两个轴承：内径 Φ40，外径 Φ68，宽度为 14，绘制结果如图 12-54 所示。

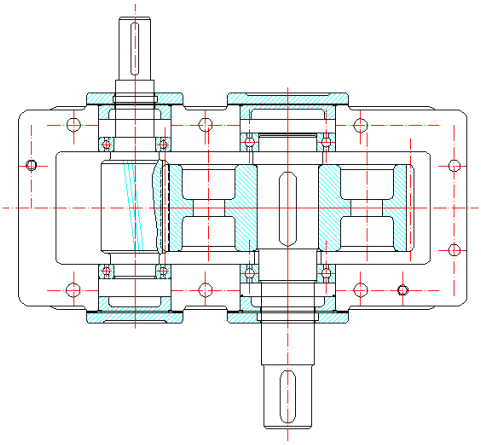


图 12-54　绘制大、小轴承

02 绘制定距环。在轴承与端盖、轴承与齿轮之间绘制定距环，如图 12-55 所示。

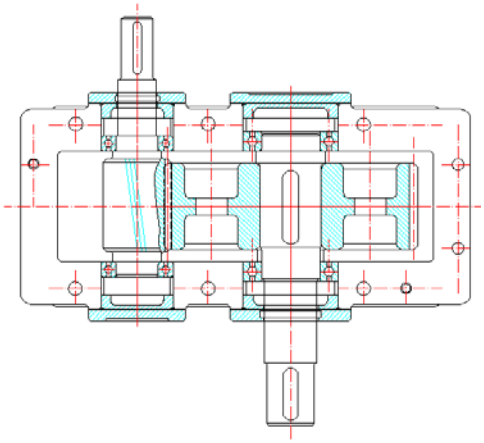


图 12-55　绘制定距环

12.5.3　修剪装配图

1．分解所有图块

利用“分解”快捷命令 X，选择所有图块进行分解。

2．修剪装配图

利用“修剪”快捷命令 TR、“删除”快捷命令 E 和“打断于点”快捷命令 BR，对装配图进行细节修剪，修建装配图的结果如图 12-56 所示。

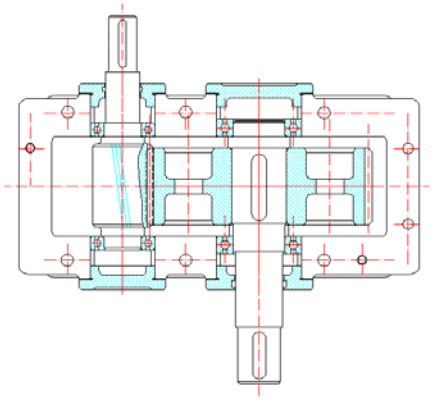


图 12-56　修剪装配图

3．标注装配图

（1）设置尺寸标注样式。利用“标注样式”快捷命令 D，打开“标注样式管理器”对话框，创建“机械制图标注（带公差）”样式，各属性与前面章节设置相同，将其设置为当前使用的标注样式，并将“尺寸标注”图层设置为当前图层。

（2）标注带公差的配合尺寸。利用“线性”快捷命令 DLI，标注齿轮轴与小轴承的配合尺寸，小轴承与箱体轴孔的配合尺寸，传动轴与齿轮的配合尺寸，传动轴与大轴承的配合尺寸，以及大轴承与箱体轴孔的配合尺寸。

（3）标注零件号。利用“连续”快捷命令 DCO，标注各个零件的零件号，从装配图左上角开始，沿装配图外表面按顺时针方向依次为变速器零件进行编号，结果如图 12-57 所示。

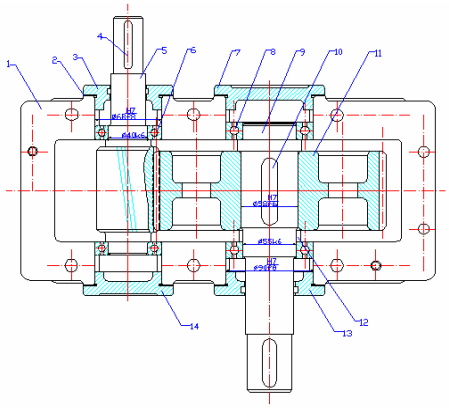


图 12-57　标注变速器装配图的零件号

4．填写标题栏和明细表

（1）填写标题栏。将“标题栏”图层设置为当前图层，在标题栏中填写“装配图”。

（2）插入明细表标题栏图块。利用“插入块”快捷命令 I，打开“插入”对话框，单击“浏览”按钮，打开“选择图形文件”对话框，选择“明细表标题栏图块.dwg”文件，单击“打开”按钮，返回“插入”对话框，单击“确定”按钮，插入明细表标题栏图块，如图 12-58 所示。

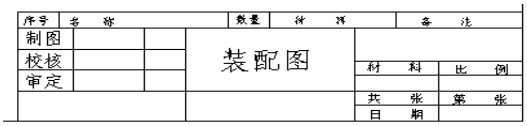


图 12-58　插入“明细表标题栏图块”

（3）插入明细表内容栏图块。利用“插入块”快捷命令 I，打开“插入”对话框，单击“浏览”按钮，在打开的“选择图形文件”对话框中选择“明细表内容栏图块.dwg”文件，设置“插入点”为(835,52,0)，插入比例和旋转角度都采用系统默认设置，单击“确定”按钮，插入明细表内容栏图块。

（4）填写明细表内容栏。重复插入和填写明细表内容的操作，需要指出的是，每插入一次“明细表内容栏图块”，插入点的坐标：X 坐标不变，Y 坐标递增 7。装配图最终结果如图 12-47 所示。

第13章 建筑设计综合实例

计算机辅助建筑设计是根据正确的制图理论及方法，按照国家统一的建筑制图规范将设计思想和技术特征清晰、准确地表现出来的过程。本章将讲述利用 AutoCAD 快捷命令进行建筑设计的一般思路和方法。

13.1 关于建筑设计

建筑设计是指建筑物在建造之前，设计者按照建设任务，把施工过程和使用过程中所存在的或可能发生的问题，事先作好通盘的设想，拟定好解决这些问题的办法、方案，用图纸和文件表达出来。从总体说，建筑设计一般由三大阶段构成，即方案设计、初步设计和施工图设计。方案设计主要是构思建筑的总体布局，包括各个功能空间的设计、高度、层高、外观造型等内容；初步设计是对方案设计的进一步细化，确定建筑的具体尺度和大小，包括建筑平面图、建筑剖面图和建筑立面图等；施工图设计则是将建筑构思变成图纸的重要阶段，是建造建筑物的主要依据，除包括建筑平面图、建筑剖面图和建筑立面图等之外，还包括各个建筑大样图、建筑构造节点图以及其他专业设计图纸，如结构施工图、电气设备施工图、暖通空调设备施工图等。总的来说，建筑施工图越详细越好，要准确无误。

建筑设计是为人们工作、生活与休闲提供环境空间的综合艺术和科学。建筑设计与人们日常生活息息相关，从住宅到商场大楼，从写字楼到酒店，从教学楼到体育馆，等等，无处不与建筑设计紧密联系。

图 13-1 和图 13-2 所示是建设和使用中的国内和国外建筑。

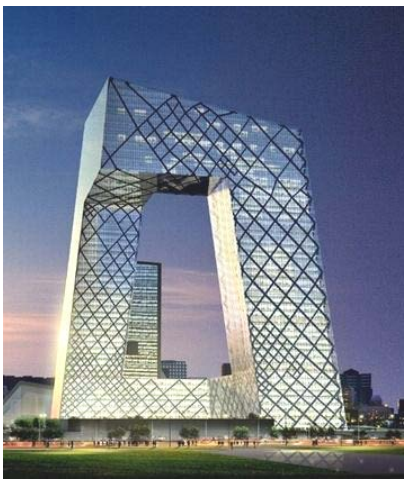


图 13-1　中央电视台新总部大楼方案



图 13-2　国外某建筑

13.2 某低层商住楼总平面图绘制

商住楼的特点是亦商亦住，一般底层作为商铺或写字间，上层作为住宅。这种建筑一般适合于中小城市交通很方便的非商业核心区或大城市不繁华的街道区域。它属于一种比较灵活，方便业主改变使用形态的建筑形式。由于受使用环境所限，这种建筑一般以低层为主。

下面以某低层商住楼总平面图的绘制过程为例，深入讲解各种不同结构类型的总平面图的绘制方法与技巧。

13.2.1 设置绘图参数

1．设置单位。在总平面图中一般以“m”为单位进行尺寸标注，但在绘图时，以“mm”为单位进行绘图。

2．设置图形边界。利用 LIMITS 命令将模型空间设置为 420000×297000。

3．设置图层。根据图样内容，按照不同图样划分到不同图层的原则设置图层。其中包括设置图层名、图层颜色、线型、线宽等。设置时

要考虑线型、颜色的搭配和协调。商住楼图层的设置如图 13-3 所示。

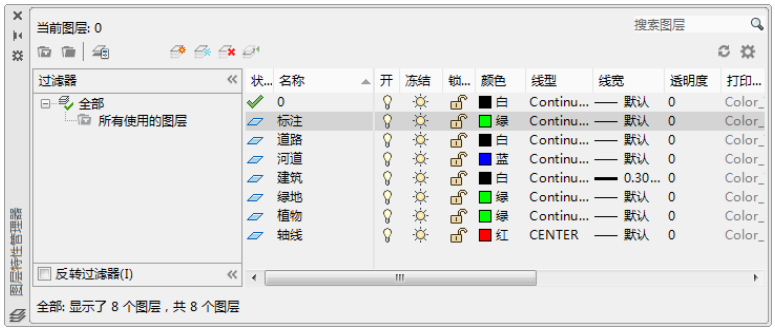


图 13-3　图层的设置

13.2.2　建筑物布置

1．绘制建筑物轮廓

（1）绘制轮廓线。利用“图层”快捷命令 LA，将“建筑”图层设置为当前图层。利用“多段线”快捷命令 PL，绘制建筑物周边的可见轮廓线。

（2）轮廓线加粗。选中多段线，按 Ctrl+1 键打开“多段线”特性窗口，如图 13-4 所示。可以通过在“几何图形”选项中设置“全局宽度”，或在“常规”选项中设置“线宽”来加粗轮廓线。结果如图 13-5 所示。

2．建筑物定位

用户可以根据坐标来定位建筑物，即根据国家大地坐标系或测量坐标系引出定位坐标。对于建筑物定位，一般至少应给出 3 个角点坐标。这种方式精度高，但比较复杂。

用户也可以根据相对距离来进行建筑物定位，即参照已有的建筑物、场地边界、围墙、道路中心等的边缘位置，以相对距离来确定新建筑物的设计位置。这种方式比较简单，但精度低。本商住楼临街外墙与街道平行，以外墙定位轴线为定位基准，采用相对距离进行定位比较方便。



图 13-4 “多段线”特性



图 13-5 绘制轮廓线

（1）绘制辅助线。打开“图层”工具栏，将“轴线”图层设置为当前图层。利用“直线”快捷命令 L，绘制一条水平中心线和一条竖直中心线，然后利用“偏移”快捷命令 O，将水平中心线向上偏移 64000，将竖直中心线向右偏移 77000，形成道路中心线，结果如图 13-6 所示。

（2）建筑物定位。利用“偏移”快捷命令 O，将下侧的水平中心线向上偏移 17000，将右侧的竖直中心线向左偏移 10000。然后利用“移动”快捷命令 M，移动建筑物轮廓线，结果如图 13-7 所示。

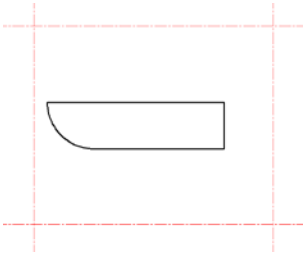


图 13-6 绘制道路中心线

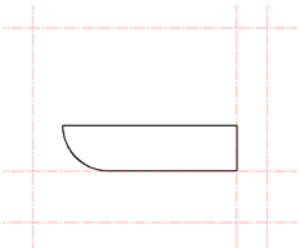


图 13-7 建筑物定位

13.2.3　场地道路、绿地等布置

1．绘制道路

（1）打开“图层”工具栏，将“道路”图层设置为当前图层。

（2）利用“偏移”快捷命令 O，将最下侧的水平中心线分别向两侧偏移 6000，将其余的中心线分别向两侧偏移 5000，选择所有偏移后的直线，设置为“道路”图层，即可得到主要的道路。然后利用“修剪”快捷命令 TR，修剪掉道路多余的线条，使道路整体连贯。结果如图 13-8 所示。

（3）利用“圆角”快捷命令 F，对道路进行圆角处理，左下角的圆角半径分别为 30000、32000 和 34000，其余圆角半径为 3000。绘制结果如图 13-9 所示。

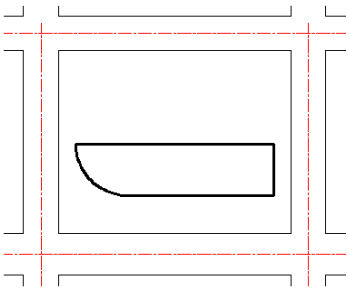


图 13-8　偏移并修剪

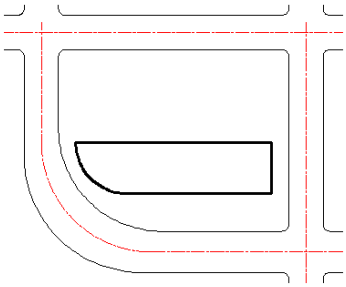


图 13-9　圆角处理

2．绘制河道

将“河道”图层设置为当前图层，利用“直线”快捷命令 L，绘制河道，绘制结果如图 13-10 所示。

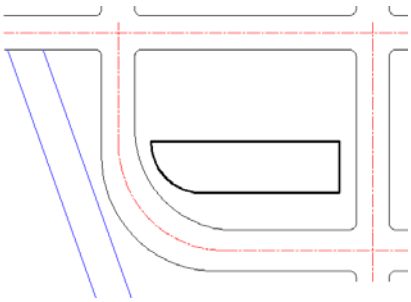


图 13-10　绘制河道

3．绘制街头花园

将街面与河道之间的空地设置为街头花园。

（1）打开源文件/图库/植物，选择合适的乔木、灌木图例，然后利用“缩放”快捷命令 SC，把图例放大到合适尺寸。

（2）利用“复制”快捷命令 CO，将相同的图标复制到合适的位置，完成乔木、灌木等图例的绘制。

（3）利用“图案填充”快捷命令 H，绘制草坪。完成街头花园的绘制，绘制结果如图 13-11 所示。

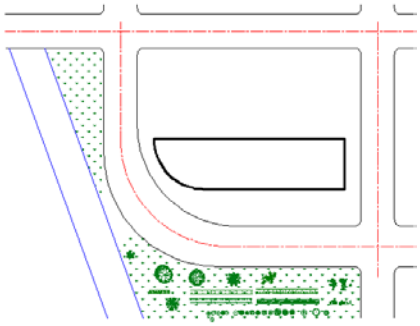


图 13-11　绘制街头花园

4．绘制已有建筑物

新建建筑物后面为已有的旧建筑物。利用“直线”快捷命令 L 和“偏移”快捷命令 O，绘制已有建筑物。绘制结果如图 13-12 所示。

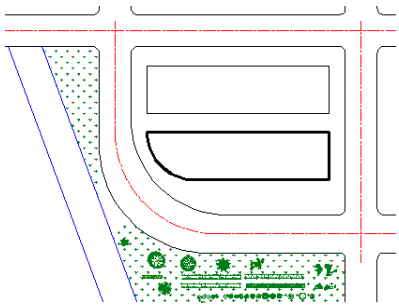


图 13-12　绘制已有建筑物

5．布置绿化

在道路两侧布置绿化。从设计中心找到相应的“绿化”图块，插入“绿化”图块。然后利用“复制”快捷命令 CO 或“阵列”快捷命令 AR，将“绿化”图块复制到合适的位置。绘制结果如图 13-13 所示。

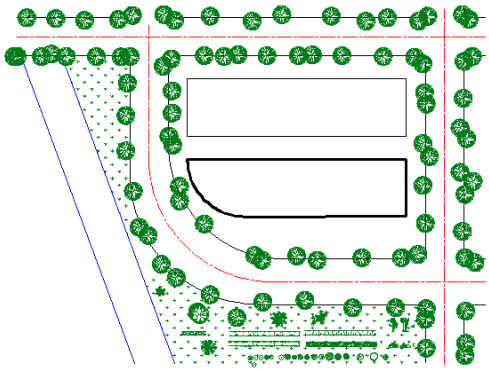


图 13-13　布置绿化

13.2.4　各种标注

1．尺寸、标高和坐标标注

在总平面图上标注新建建筑房屋的总长、总宽及其与周围建筑物、构筑物、道路、红线之间的距离。标高标注应标注室内地平标高和室外整平标高，两者均为绝对值。初步设计及施工设计图设计阶段的总平面图中还需要准确标注建筑物角点的测量坐标或建筑坐标。总平面图上测

量坐标代号用“X、Y”来表示，建筑坐标代号用“A、B”来表示。

（1）尺寸样式设置。利用“标注样式”快捷命令 D，设置尺寸样式。在“线”选项卡中，设定“超出尺寸线”为 400。在“符号和箭头”选项卡中，设定“第一个”箭头为“建筑标记”，“箭头大小”为 400。在“文字”选项卡中，设定“文字高度”为 1200。在“主单位”选项卡中，设置以“m”为单位进行标注，“比例因子”设为 0.001。在进行“半径标注”设置时，在“符号和箭头”选项卡中，将“第二个”箭头选为实心闭合箭头。

（2）尺寸标注。利用“线性”快捷命令 DLI，在总平面图中，标注建筑物的尺寸和新建建筑物到道路中心线的相对距离，结果如图 13-14 所示。

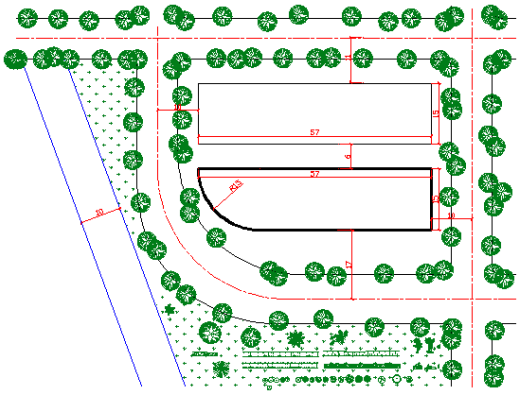


图 13-14　标注尺寸

2．标高标注

利用“插入块”快捷命令 I，将“标高”图块插入到总平面图中，利用“多行文字”快捷命令 T，标注相应的标高，结果如图 13-15 所示。

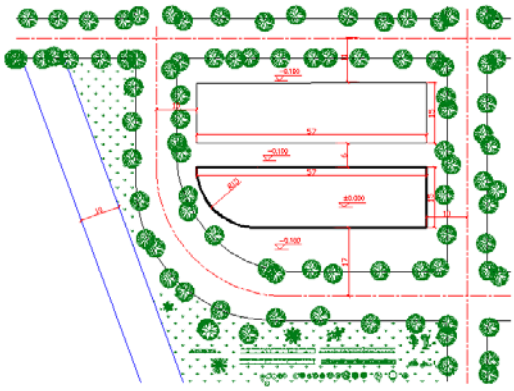


图 13-15　标高标注

3．坐标标注

（1）绘制指引线。利用“直线”快捷命令 L，由轴线或外墙面角点引出指引线。

（2）定义属性。利用“定义属性”快捷命令 ATT，弹出“属性定义”对话框，如图 13-16 所示。在该对话框中进行对应的属性设置，在“属性”选项组的“标记”文本框中输入“X=”，在“提示”文本框中输入“输入 X 坐标值”。在“文字设置”选项组中，将“文字高度”设为 1200。单击“确定”按钮，在屏幕上指定标记位置。



图 13-16　“属性定义”对话框

（3）重复上述命令，在“属性”选项组的“标记”文本框中输入“Y=”，在“提示”文本框中输入“输入 Y 坐标值”，单击“确定”按钮，完成属性定义。结果如图 13-17 所示。

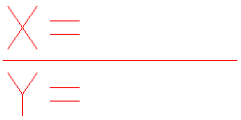


图 13-17　定义属性

（4）定义块。利用“创建块”快捷命令 B，打开“块定义”对话框，如图 13-18 所示，定义“坐标”块。单击“确定”按钮，打开“编辑属性”对话框，如图 13-19 所示。在“输入 X 坐标值”文本框和“输入 Y 坐标值”文本框中分别输入 X、Y 坐标值。结果如图 13-20 所示。



图 13-18　“块定义”对话框



图 13-19　“编辑属性”对话框

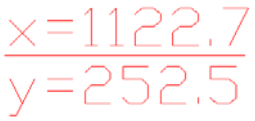


图 13-20　填写坐标值

（5）执行“插入块”快捷命令 I，弹出“插入”对话框，如图 13-21 所示。

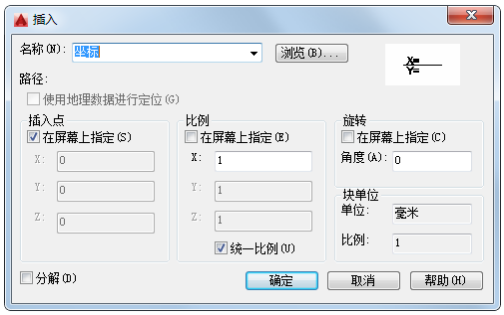


图 13-21　“插入”对话框

单击“确定”按钮，命令行提示与操作如下。

```
命令: i↙
指定插入点或 [基点(B)/比例(S)/旋转(R)]:
```

重复上述步骤，完成坐标的标注，绘制结果如图 13-22 所示。

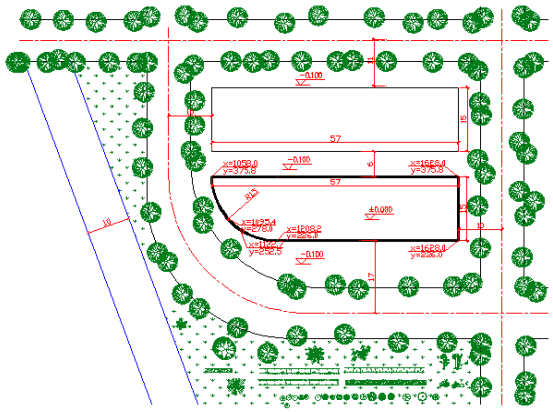


图 13-22　坐标标注

4．文字标注

（1）利用“图层”快捷命令 LA，新建“文字”图层并设置为当前图层。

（2）利用“多行文字”快捷命令 T，标注入口、道路等，结果如图 13-23 所示。

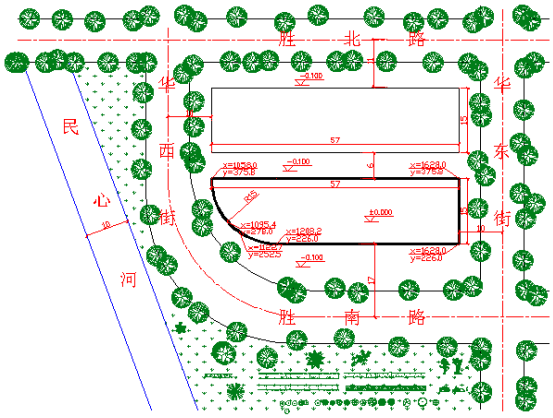


图 13-23　文字标注

5．图名标注

利用“多行文字”快捷命令 T 和“直线”快捷命令 L，标注图名，绘制结果如图 13-24 所示。

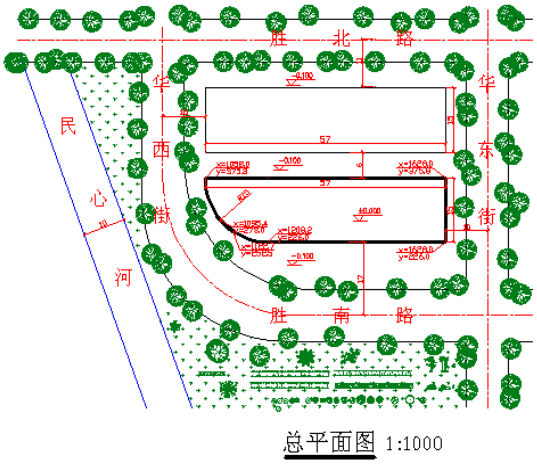


图 13-24　图名标注

6．绘制指北针

利用“圆”快捷命令 C，绘制一个圆；然后利用“直线”快捷命令 L，绘制指北针，最终完成总平面图的绘制。绘制结果如图 13-25 所示。

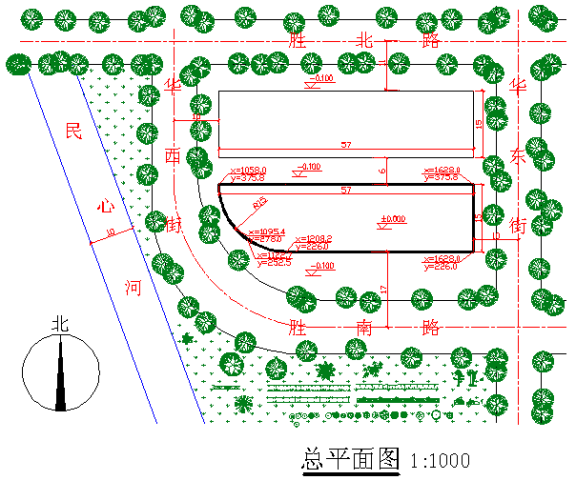


图 13-25　总平面图

13.3 高层住宅建筑平面图

本节将以工程设计中常见的建筑平面图为例，详细介绍建筑平面图 CAD 绘制方法与技巧。通过本设计案例的学习，进一步巩固相关绘图知识和方法，掌握建筑平面图的绘制方法。

本节以板式高层住宅建筑作为建筑平面图绘制范例。目前，高层住宅成为市场主流，板式高层南北通透，便于采光与通风，户型方正，各套户型的优劣差距较小，而且各功能空间尺度适宜，得房率也较高。

下面介绍图 13-26 所示住宅平面空间建筑平面图设计的相关知识及其绘图方法与技巧。

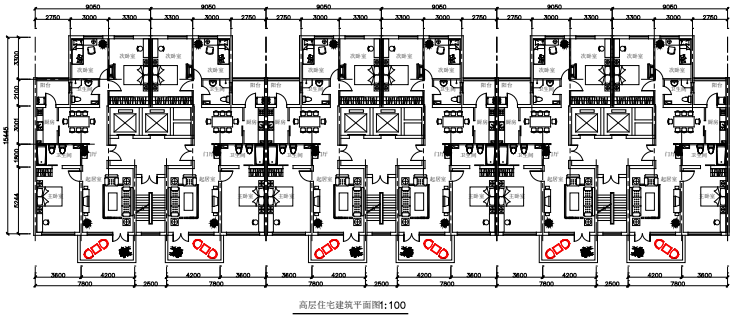


图 13-26　住宅平面空间建筑平面

注意

住宅的基本功能不外乎睡眠、休息、饮食、盥洗、家庭团聚、会客、视听、娱乐、学习、工作，等等。这些功能是相对的，其中又有静或闹、私密或外向等不同特点，如睡眠、学习要求静，同时睡眠又有私密性的要求。在住宅平面空间中，其功能房间有客厅、餐厅、主卧室及卫生间、次卧室、书房、厨房、公用卫生间（客卫）、阳台等。通常所说的三居室类型有三室两厅一卫、三室两厅两卫等。

13.3.1　建筑平面墙体绘制

本小节介绍居室各个房间墙体轮廓线的绘制方法与技巧。

（1）利用“直线”快捷命令 L，绘制居室墙体的轴线，所绘制的轴线长度要略大于居室的总长度或总宽度尺寸，如图 13-27 所示。

（2）将轴线的线型由实线线型改为点画线线型，如图 13-28 所示。



图 13-27　绘制墙体轴线



图 13-28　改变轴线的线型'

注意

改变线型为点画线的方法是先使用鼠标单击所绘的直线，然后在“对象特性”工具栏的“线型控制”下拉列表框中选择点画线，所选择的直线将改变线型，得到建筑平面图的轴线点画线。若还未加载此种线型，则选择“其他”选项，先加载此种点画线线型。

（3）利用“偏移”快捷命令 O 和“延伸”快捷命令 EX，根据居室开间或进深创建轴线，如图 13-29 所示。

（4）按上述方法完成整个住宅平面空间的墙体轴线绘制，如图 13-30 所示。



图 13-29　按开间或进深创建轴线

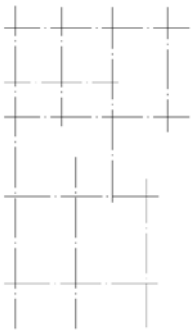


图 13-30　完成墙体轴线绘制

注意

若某个轴线的长短与墙体实际长度不一致，可以使用 STRETCH（“拉伸”命令）或热键进行调整。

（5）利用“线性”快捷命令 DLI 和“连续”快捷命令 DCO，对轴线尺寸进行标注，如图 13-31 所示。

（6）利用“线性”快捷命令 DLI 和“连续”快捷命令 DCO，完成住宅平面空间所有相关轴线尺寸的标注，如图 13-32 所示。

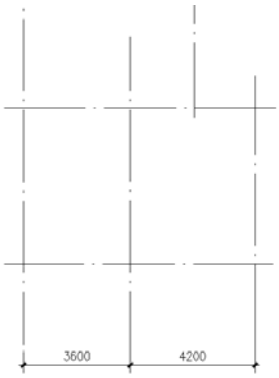


图 13-31　标注轴线尺寸

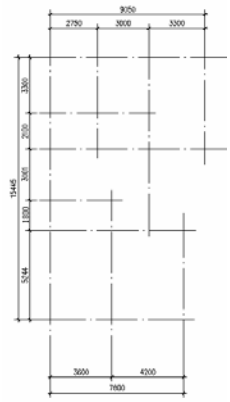


图 13-32　标注所有轴线尺寸

（7）利用“多线”快捷命令 ML，完成住宅平面空间的墙体绘制，如图 13-33 所示。

（8）利用“多线”快捷命令 ML，绘制其他位置墙体，如图 13-34 所示。

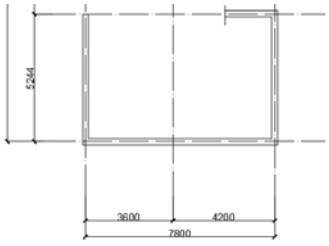


图 13-33　创建墙体造型

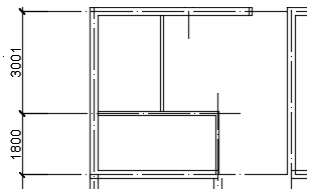


图 13-34　创建隔墙

注意

通常，墙体厚度设置为 200mm。对一些厚度比较薄的隔墙，如卫生间、过道等位置的墙体，通过调整多线的比例可以得到不同厚度的墙体造型。

（9）按照住宅平面空间的各个房间开间与进深，利用“多线”快捷命令 ML，继续进行其他位置墙体的创建，完成整个墙体造型的绘制，如图 13-35 所示。

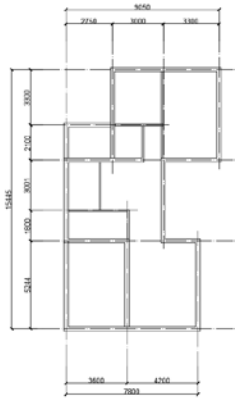


图 13-35　完成整个墙体造型的绘制

（10）利用“多行文字”快捷命令 T，标注房间文字，完成整个建筑墙体平面图，如图 13-36 所示。

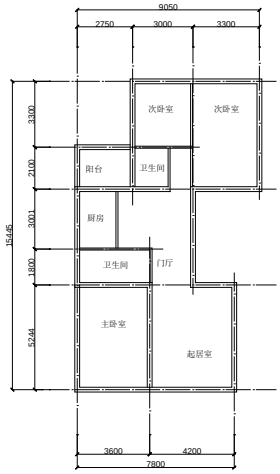


图 13-36　标注房间文字

注意

标注房间文字也可以使用 TEXT 命令。

13.3.2 建筑平面门窗绘制

（1）利用“直线”快捷命令 L 和“偏移”快捷命令 O，创建住宅平面空间的户门造型。按户门的大小绘制两条与墙体垂直的平行线，确定户门宽度，如图 13-37 所示。

（2）利用“修剪”快捷命令 TR，对线条进行剪切，得到户门的门洞，如图 13-38 所示。

（3）利用“多段线”快捷命令 PL，绘制户门的门扇造型，该门扇为一大一小的造型，如图 13-39 所示。



图 13-37 确定户门宽度

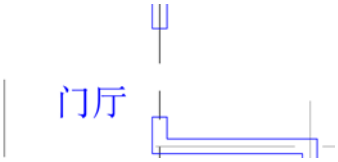


图 13-38 创建户门门洞

（4）利用“圆弧”快捷命令 ARC，绘制两段长度不一样的弧线，得到户门造型，如图 13-40 所示。

（5）利用“多段线”快捷命令 PL 和“偏移”快捷命令 O，对阳台门连窗户造型进行绘制，如图 13-41 所示。

注意

绘制阳台门连窗户时，先绘制 3 段短线。

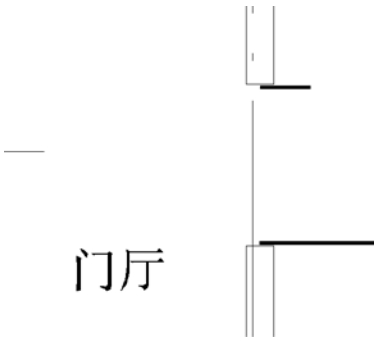


图 13-39　绘制门扇

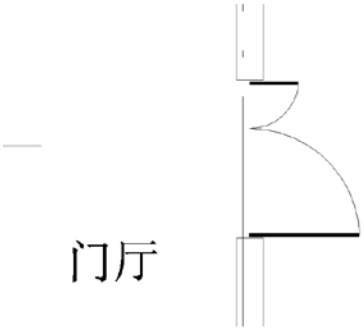


图 13-40　绘制两段弧线

（6）利用“修剪”快捷命令 TR，在门的位置剪切边界线，得到门洞，如图 13-42 所示。

（7）利用“多段线”快捷命令 PL 和“偏移”快捷命令 O，在门洞旁边绘制窗户造型，如图 13-43 所示。



图 13-41　绘制 3 段短线

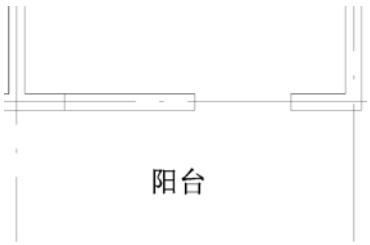


图 13-42　剪切边界线

（8）利用“多段线”快捷命令 PL，按门大小的一半绘制其中一扇门扇，如图 13-44 所示。

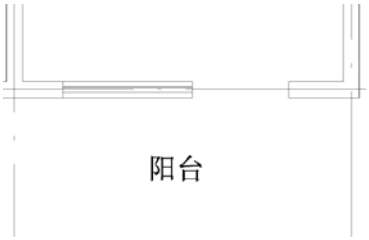


图 13-43　创建窗户造型

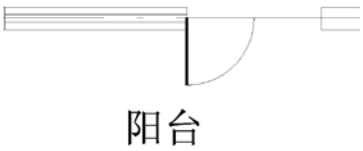


图 13-44　创建门扇

（9）利用“镜像”快捷命令 MI，通过镜像得到阳台门扇造型，完成门

连窗户造型的绘制，如图 13-45 所示。

注意

绘制阳台门扇时，不宜采用复制。

（10）利用“直线”快捷命令 L 和 “偏移”快捷命令 O，在餐厅与厨房之间进行推拉门造型的绘制，先绘制门的宽度范围，如图 13-46 所示。

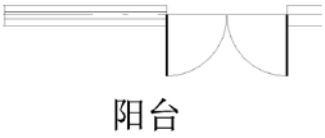


图 13-45　镜像门扇

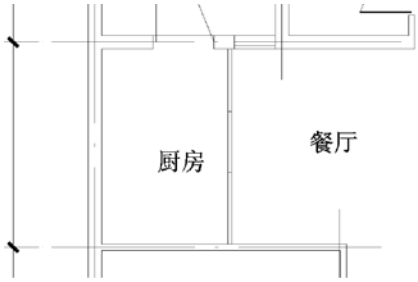


图 13-46　绘制门的宽度范围

（11）利用“修剪”快捷命令 TR，剪切得到门洞形状，如图 13-47 所示。

（12）利用“矩形”快捷命令 REC，在靠餐厅一侧绘制矩形推拉门，如图 13-48 所示。

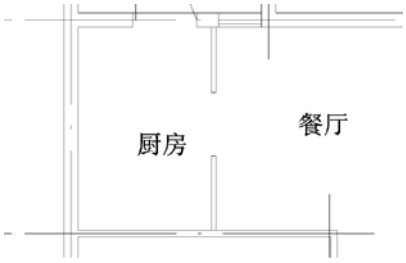


图 13-47　剪切形成门洞

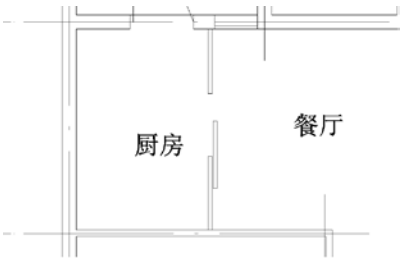


图 13-48　创建推拉门

（13）其他位置的门扇和窗户造型可参照上述方法进行创建，绘制结果如图 13-49 所示。

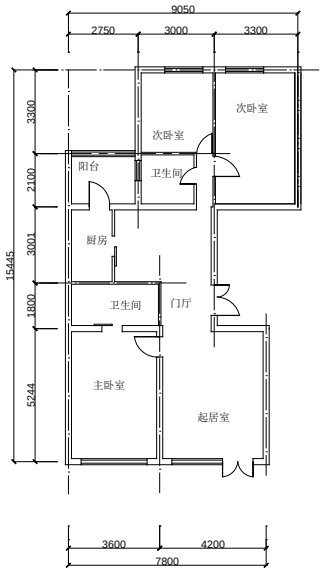


图 13-49　创建其他门窗

13.3.3　楼梯间和电梯间等建筑空间平面绘制

01 利用“直线”快捷命令 L 和“圆弧”快捷命令 ARC，绘制楼梯间墙体和门窗轮廓图形，如图 13-50 所示。

02 利用“直线”快捷命令 L 和“偏移”快捷命令 O，绘制楼梯踏步平面造型，如图 13-51 所示。

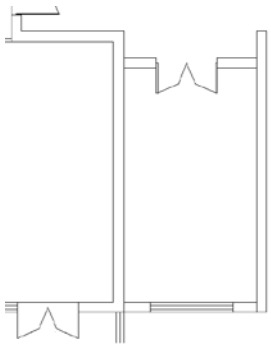


图 13-50　绘制楼梯间墙体和门窗轮廓

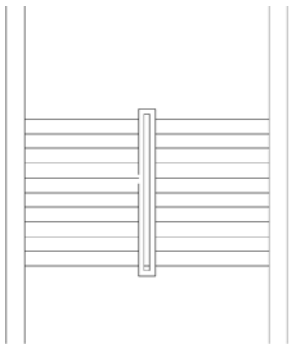


图 13-51　绘制楼梯踏步平面造型

03 利用“直线”快捷命令 L 和“修剪”快捷命令 TR，勾画楼梯踏步折断线造型，如图 13-52 所示。

04 利用“直线”快捷命令 L，绘制电梯井建筑墙体轮廓，如图 13-53 所示。

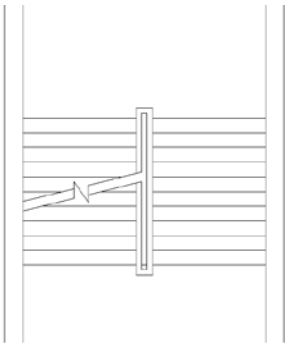


图 13-52　勾画楼梯踏步折断线造型

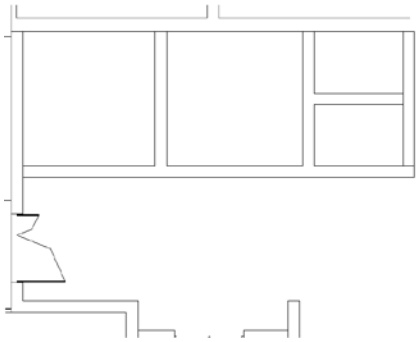


图 13-53　创建电梯井建筑墙体轮廓

05 利用“直线”快捷命令 L 和“矩形”快捷命令 REC，绘制电梯平面造型，如图 13-54 所示。

06 另一个电梯平面按相同的方法绘制，如图 13-55 所示。

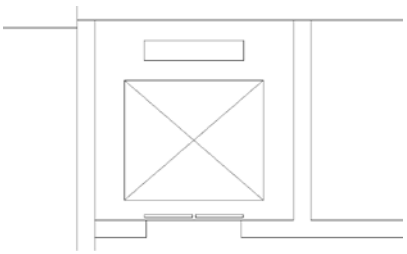


图 13-54　绘制电梯平面造型

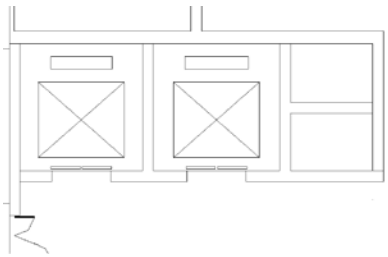


图 13-55　绘制另一个电梯平面

07 利用“多段线”快捷命令 PL，绘制卫生间中的矩形通风道造型，如图 13-56 所示。

08 利用“偏移”快捷命令 O，得到通风道墙体造型，如图 13-57 所示。

09 利用“多段线”快捷命令 PL，在通风道内绘制折线造型，如图 13-58 所示。

10 创建其他管道造型轮廓，如图 13-59 所示。

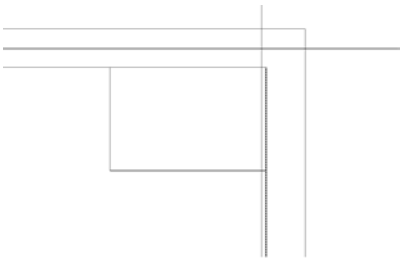


图 13-56　绘制卫生间的矩形通风道造型

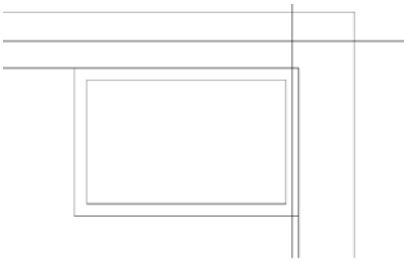


图 13-57　创建通风道墙体造型

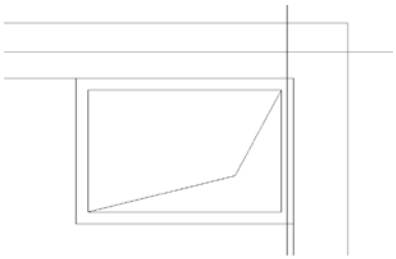


图 13-58　在通风道内绘制折线造型

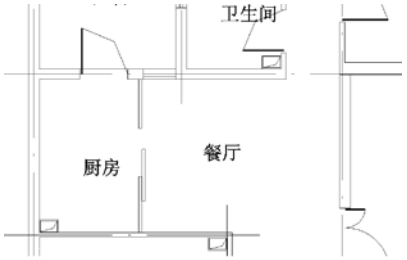


图 13-59　绘制其他管道造型轮廓

注意

按上述方法可以创建其他卫生间和厨房的通风及排烟管道等造型轮廓，具体从略。

11　利用“多段线”快捷命令 PL，按阳台的大小尺寸绘制其外轮廓，如图 13-60 所示。

12　利用“偏移”快捷命令 O，得到阳台及其栏杆造型，效果如图 13-61 所示。

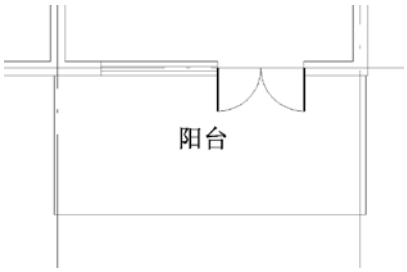


图 13-60　绘制阳台外轮廓

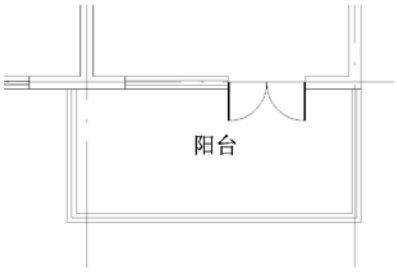


图 13-61　创建阳台及其栏杆造型

13　完成建筑平面图标准单元图形的绘制，如图 13-62 所示。

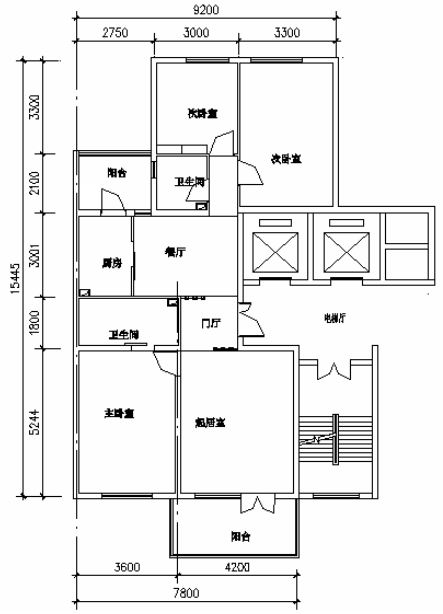


图 13-62　建筑平面图标准单元图形

13.3.4　建筑平面家具布置

01 利用“窗口缩放”快捷命令 Z，局部放大起居室（即客厅）的空间平面，如图 13-63 所示。

02 利用“插入块”快捷命令 I，在起居室平面上插入沙发造型等，如图 13-64 所示。



图 13-63　起居室平面



图 13-64　插入沙发造型

注意

该沙发造型包括沙发、茶几和地毯等综合造型。沙发等家具若插入的位置不合适，则可以通过移动、旋转等功能命令对其位置进行调整。

03 利用“插入块”快捷命令 I，为客厅配置电视柜造型，如图 13-65 所示。

04 利用“插入块”快捷命令 I，在起居室布置适当的花草进行美化，如图 13-66 所示。

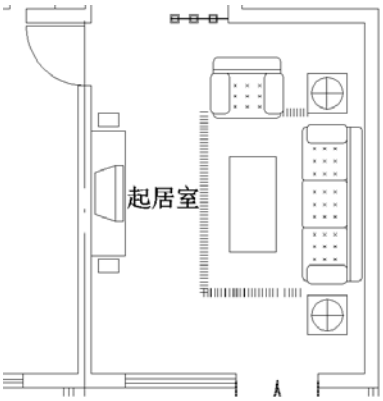


图 13-65　配置电视柜造型

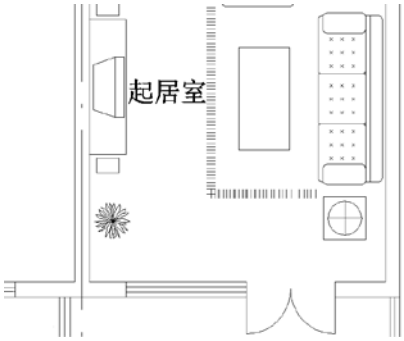


图 13-66　布置花草

05 利用“插入块”快捷命令 I，在餐厅平面上插入餐桌，如图 13-67 所示。

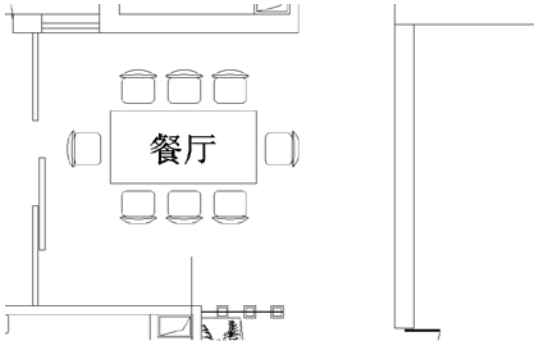


图 13-67　餐桌布置

06 利用“插入块”快捷命令 I，按相似的方法布置其他位置的家具，如图 13-68 所示。

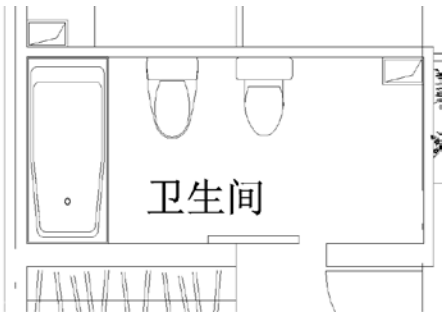


图 13-68　布置洁具

注意

利用“插入块”命令，布置如卫生间的坐便器和洁身器等洁具设施。

07 继续进行家具布置，直至完成，如图 13-69 所示。

08 利用“镜像”快捷命令 MI，将布置好的家具镜像，得到标准单元平面图，如图 13-70 所示。

09 利用“复制”快捷命令 CO，将标准单元进行复制，得到整个建筑平面图，如图 13-71 所示。

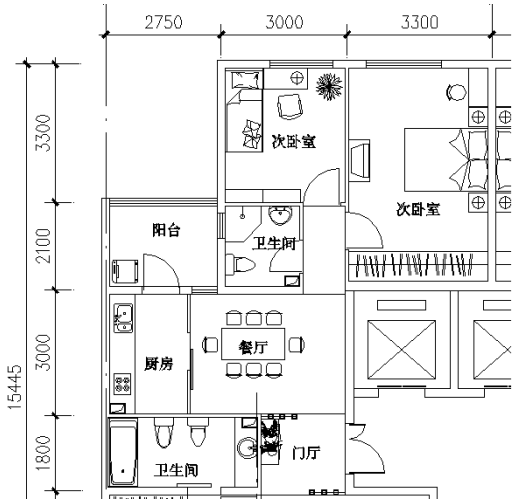


图 13-69　继续布置家具

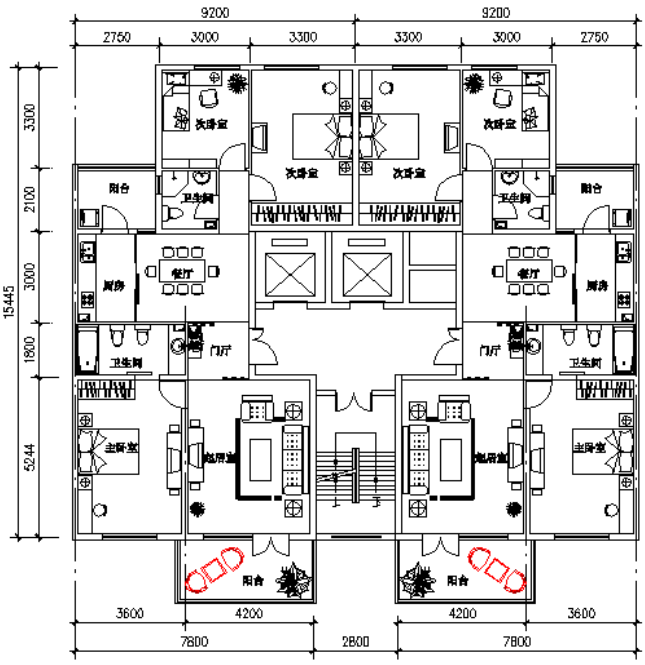


图 13-70　镜像图形得到标准单元平面图

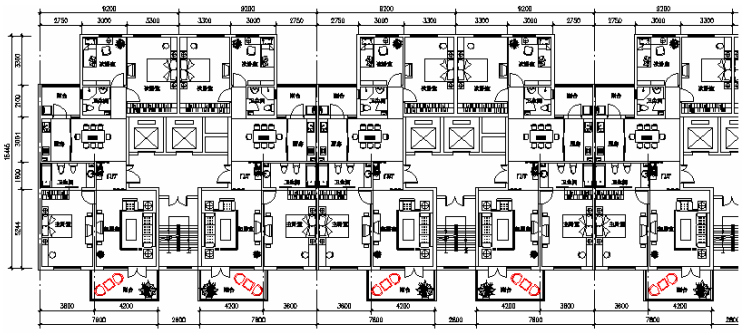


图 13-71　复制得到整个建筑平面图

10 标注轴线和图名等内容，相关方法可参阅前面有关章节介绍的内容。效果图如图 13-26 所示。

13.4 高层住宅立面图

本节将结合建筑平面图的例子，介绍住宅小区立面图的 CAD 绘制方法与技巧。建筑立面图的主要绘制方法，包括其立面主体轮廓的绘制、立面门窗造型的绘制、立面细部造型的绘制，以及其他辅助立面造型的绘制，另外还包括标准层立面、整体立面图及细部立面的处理等。通过本设计案例的学习，可进一步巩固相关绘图知识和方法，掌握建筑立面图的绘制方法。

13.4.1 建筑标准层立面轮廓绘制

01 利用“多段线”快捷命令 PL，在标准层平面图对应的一个单元下侧绘制一条地平线，如图 13-72 所示。

02 利用“直线”快捷命令 L 和“偏移”快捷命令 O，绘制外墙轮廓对应线，如图 13-73 所示。

注意

先绘制一条与地平线相垂直的建筑外墙对应线，然后根据建筑平面图中外轮廓墙体、门窗等位置偏移生成对应的结构轮廓线。

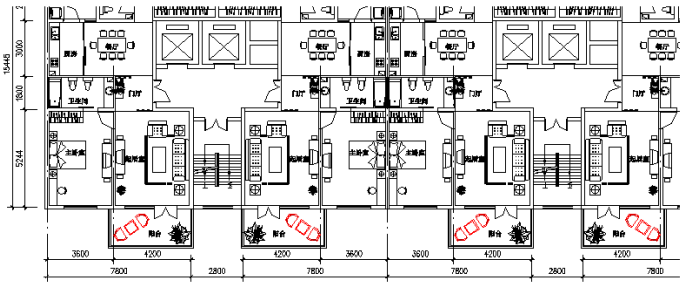


图 13-72 绘制建筑地平线

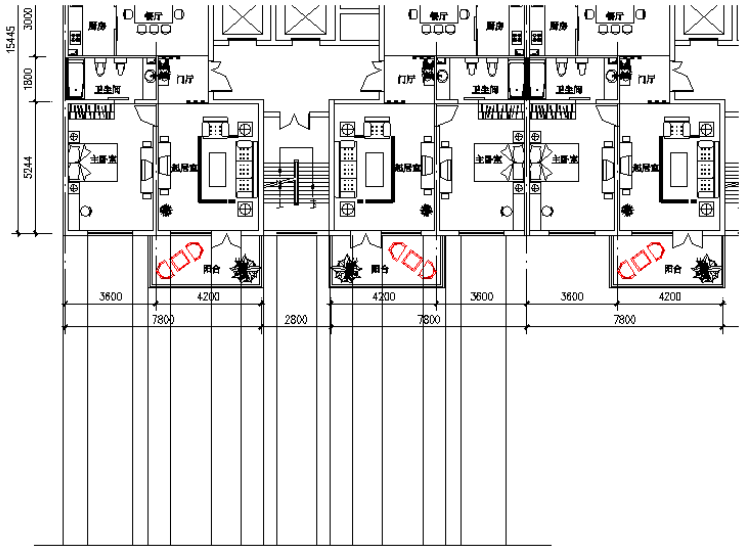


图 13-73　绘制立外墙轮廓应线

03 利用“偏移”快捷命令 O 和“修剪”快捷命令 TR，生成 2 层楼面线，如图 13-74 所示。



图 13-74　绘制二层楼面

注意

高层住宅楼层高度设计为 3.9m，据此绘制与地平线平行的 2 层楼面线，然后对线条进行剪切，得到标准层的立面轮廓。

13.4.2　建筑标准层门窗及阳台立面轮廓绘制

01 利用“偏移”快捷命令 O，在与地平线平行的方向创建立面图中的门窗高度轮廓线，如图 13-75 所示。

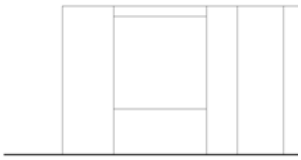


图 13-75　生成立面门窗

注意

在建筑设计中，门窗的高度一般根据楼层高度而定。

02 利用“修剪”快捷命令 TR，按照门窗的造型对图形进行修剪，如图 13-76 所示。

03 利用“直线”快捷命令 L，根据立面图设计的整体效果，对窗户立面进行分隔，如图 13-77 所示。

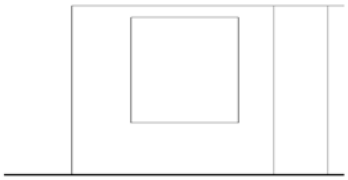


图 13-76　对图形进行修剪

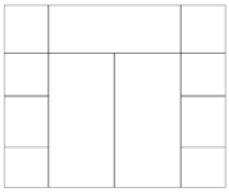


图 13-77　窗户造型绘制

04 利用“多段线”快捷命令 PL，在门窗上下位置勾画窗台造型，如图 13-78 所示。

05 利用“直线”快捷命令 L，按上述方法，对阳台和阳台门立面进行分隔，如图 13-79 所示。

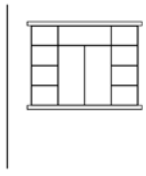


图 13-78　窗台造型设计

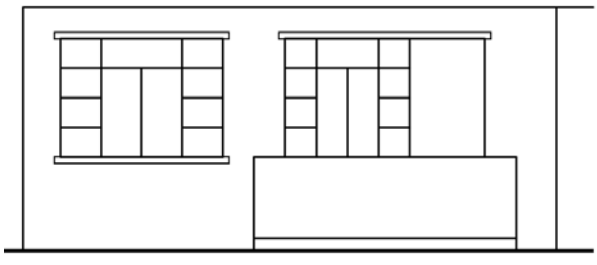


图 13-79　阳台及阳台门造型绘制

06 利用“直线”快捷命令 L 和“矩形”快捷命令 REC，按阳台位置绘制阳台造型，如图 13-80 所示。

注意

同时绘制与楼地面垂直的直线，作为垂直主支撑栏杆。

07 利用“圆弧”快捷命令 ARC，勾画栏杆细部造型，如图 13-81 所示。

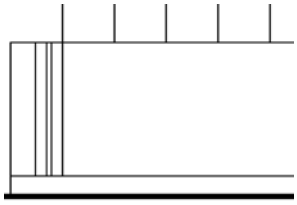


图 13-80　垂直栏杆

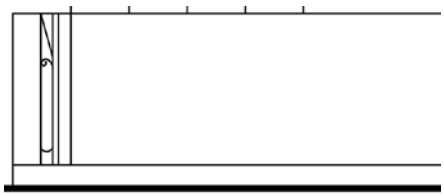


图 13-81　栏杆细部设计

08 利用“镜像”快捷命令 MI，创建阳台栏杆细部造型，如图 13-82 所示。

09 利用“复制”快捷命令 CO，创建阳台栏杆，如图 13-83 所示。

注意

创建阳台栏杆也可以使用 MI 快捷命令。

10 另一侧的立面按上述方法绘制，形成整个标准层的立面图，如图 13-84 所示。

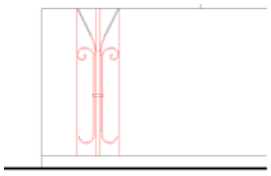


图 13-82　创建栏杆细部造型

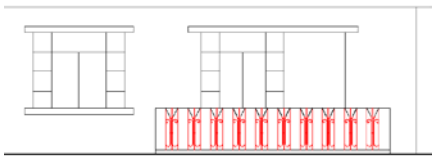


图 13-83　创建阳台栏杆

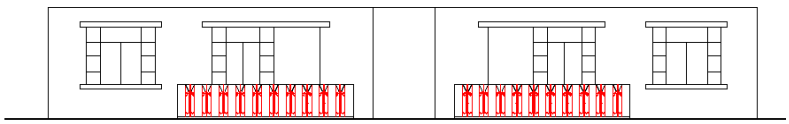


图 13-84　对称立面形成

11 中间楼电梯间的窗户立面图同样按上述方法绘制，如图 13-85 所示。

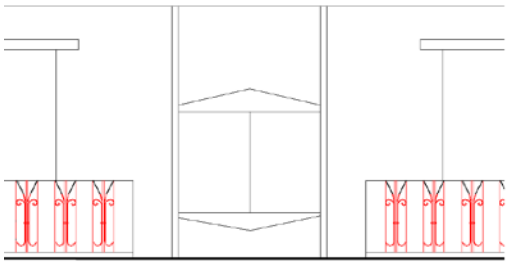


图 13-85 创建楼电梯间窗户

13.4.3 建筑整体立面创建

01 利用“复制”快捷命令 CO，对楼层立面图进行复制，得到高层住宅建筑的主体结构形体，如图 13-86 所示。

02 利用“直线”快捷命令 L，绘制屋面造型，如图 13-87 所示。在这里屋面整体造型为平屋面。

03 利用“圆弧”快捷命令 ARC，在屋顶立面中绘制弧线，形成屋顶造型，如图 13-88 所示。

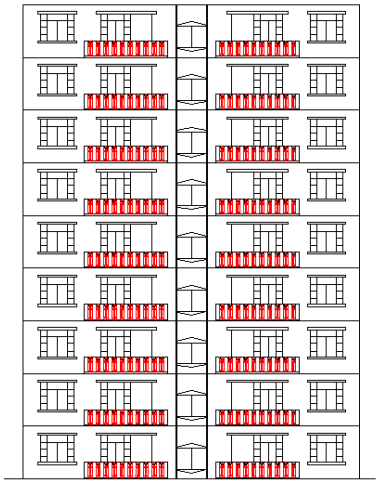


图 13-86 建立主体结构

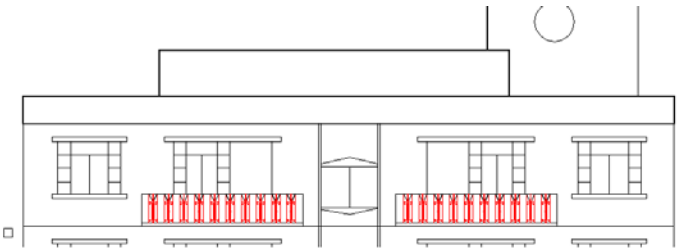


图 13-87　屋面立面轮廓

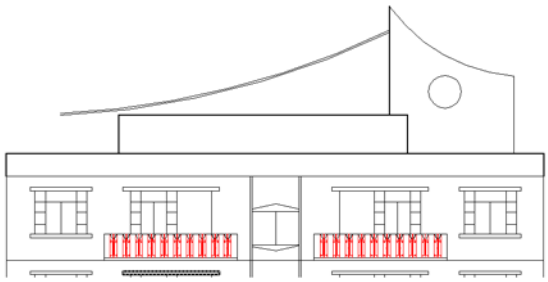


图 13-88　形成屋顶造型

04 利用“复制”快捷命令 CO，按单元数量进行单元立面复制，完成整体立面绘制，如图 13-89 所示。



图 13-89　复制单元立面

05 利用“直线”快捷命令 L 和“多行文字”快捷命令 T，标注标高及文字，然后保存图形，如图 13-90 所示。



18号楼南立面图1：100

图 13-90　高层住宅立面图

高层住宅其他方向的立面图，如东立面图、西立面图等，按照正立面图的绘制方法建立，在此不做详细的说明。

13.5 墙身节点的绘制

墙身节点包括屋面防水、隔热层的做法。

01 绘制檐口轮廓。利用“直线”快捷命令 L、“圆弧”快捷命令 ARC、“圆”快捷命令 C 和“多行文字”快捷命令 T，绘制轴线、楼板和檐口轮廓线，结果如图 13-91 所示。利用“偏移”快捷命令 O，将檐口轮廓线向外偏移 50，完成抹灰的绘制，结果如图 13-92 所示。

02 绘制防水层。利用“偏移”快捷命令 O，将楼板层分别向上偏移 20、40、20、10 和 40，并将偏移后得到的直线设置为细实线，结果如图 13-93 所示。利用“多段线”快捷命令 PL，绘制防水卷材，多段线宽度为 1，转角处作圆弧处理，结果如图 13-94 所示。

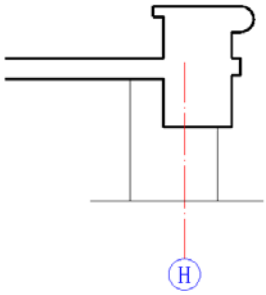


图 13-91　绘制檐口轮廓线

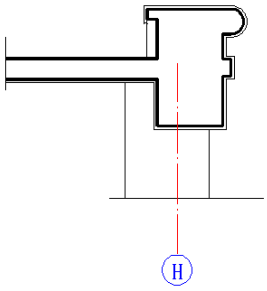


图 13-92　绘制檐口抹灰

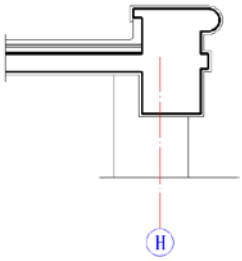


图 13-93　偏移直线

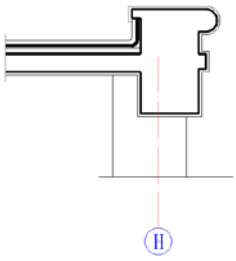


图 13-94　绘制防水层

03 图案填充。利用“图案填充”快捷命令 H，依次填充各种材料图例，钢筋混凝土采用 ANSI31 和 AR-CONC 图案的叠加，聚苯乙烯泡沫塑料采用 ANSI37 图案，结果如图 13-95 所示。

04 尺寸标注。利用“线性”快捷命令 DLI、“连续”快捷命令 DCO 和“半径”命令，进行尺寸标注，结果如图 13-96 所示。

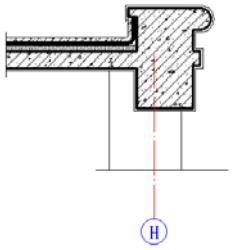


图 13-95　图案填充

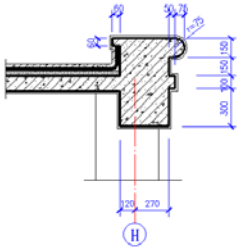


图 13-96　尺寸标注

05 文字说明。利用“直线”快捷命令 L，绘制引出线，然后利用“多行文字”快捷命令 T，说明屋面防水层的多层次构造，最终完成墙身节点的绘制。

结果如图 13-97 所示。

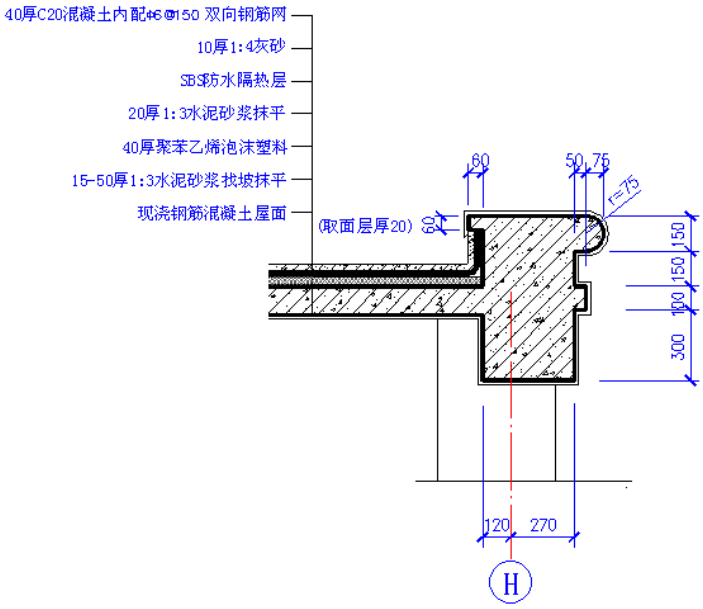


图 13-97　墙身节点

第14章 电气设计综合实例

电气工程图是一种示意性的工程图，它主要用图形符号、线框或者简化外形表示电气设备或系统中各有关组成部分的连接关系。本章将介绍电气工程相关的基础知识，并参照国家标准 GB/T 1835— 2000《电气工程 CAD 制图规则》中常用的有关规定，介绍绘制电气工程图的一般规则。

14.1 电气工程图概述

电气工程图有如下特点。

（1）电气工程图的主要表现形式是简图。简图是采用标准的图形符号和带注释的框或者简化外形表示系统或设备中各组成部分之间相互关系的一种图。电气工程中绝大部分采用简图的形式。

（2）电气图描述的主要内容是元件和连接线。一种电气设备主要由电气元件和连接线组成。因此，无论是电路图、系统图，还是接线图、平面图，都是以电气元件和连接线作为描述的主要内容。也正因为对电气元件和连接线有多种不同的描述方式，从而构成了电气图的多样性。

（3）电气工程图的基本要素是图形、文字和项目代号。一个电气系统或装置通常由许多部件、组件构成，这些部件、组件或者功能模块称为项目。项目一般由简单的符号表示，这些符号就是图形符号。通常每个图形符号都有相应的文字符号。在同一个图上，为了区别相同的设备，需要为设备编号。设备编号和文字符号一起构成项目代号。

（4）电气工程图的两种基本布局方法是功能布局法和位置布局法。功能布局法是指在绘图时，图中各元件的位置只考虑元件之间的功能关系，而不考虑元件的实际位置的一种布局方法。电气工程图中的系统图、电路图采用的是这种方法。

位置布局法是电气工程图中的元件位置对应元件的实际位置的一种布局方法。电气工程中的接线图、设备布置图采用的就是这种方法。

（5）电气工程图具有多样性。不同的描述方法，如能量流、逻辑流、信息流、功能流等，形成了不同的电气工程图。系统图、电路图、框图、接线图就是描述能量流和信息流的电气工程图，逻辑图是描述逻辑流的电气工程图，功能表图、程序框图描述的是功能流。

14.2 数字交换机系统图

本节绘制数字交换机系统图，如图 14-1 所示。

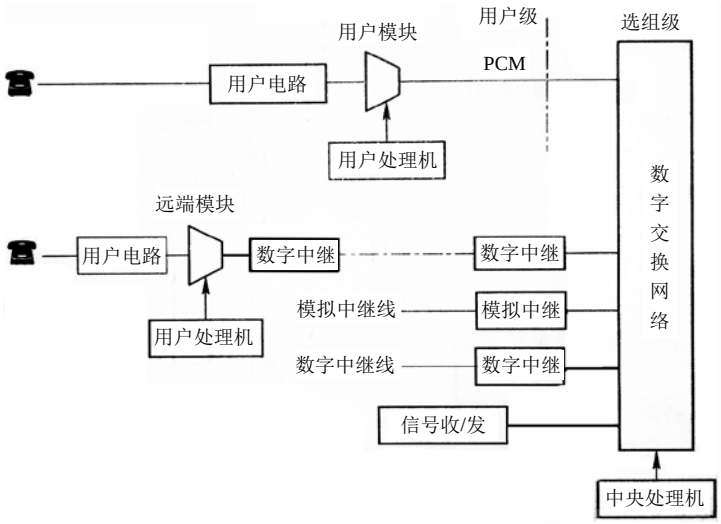


图 14-1　数字交换机系统图

图 14-1 比较简单，是由一些比较简单的几何图形用不同类型的直线连接而成的。其绘制思路为，先根据需要绘制一些梯形和矩形，然后

将这些梯形和矩形按照图示的位置关系摆放好，用导线连接起来，最后添加文字和注释。

14.2.1　设置绘图环境

01 建立新文件。打开 AutoCAD 2016 应用程序，按“新建”快捷键 Ctrl+N，AutoCAD 弹出“选择样板”对话框。在该对话框中选择需要的样板图，单击“打开”按钮，则会返回绘图区域。

02 设置图层。利用“图层”快捷命令 LA，弹出“图层特性管理器”对话框，一共设置 3 个图层，各图层的颜色、线型、线宽如图 14-2 所示。

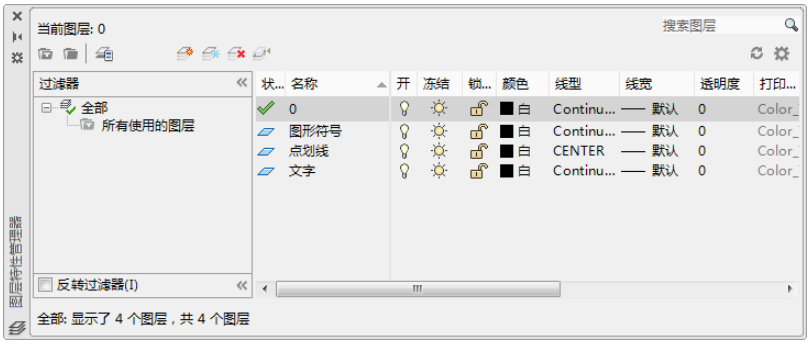


图 14-2　设置图层

14.2.2　图形布局

将“图形符号”图层设置为当前图层，建立图形布局，以下矩形为各主要组成部分在系统图中的位置分布，如图 14-3 所示。

利用“矩形”快捷命令 REC，绘制矩形，各图形的尺寸如下。

矩形尺寸：90×30；2 梯形尺寸：上底 30，下底 60，高 30；3 矩形尺寸：90×30；4 矩形尺寸：60×30；5 梯形尺寸：上底 30，下底 60，高 30；6 矩形尺寸：60×30；7 矩形尺寸：80×30；8 矩形尺寸：60×30；9 矩形尺寸：60×30；10 矩形尺寸：60×30；11 矩形尺寸：100×30；12 矩形尺寸：60×350；13 矩形尺寸：100×30。

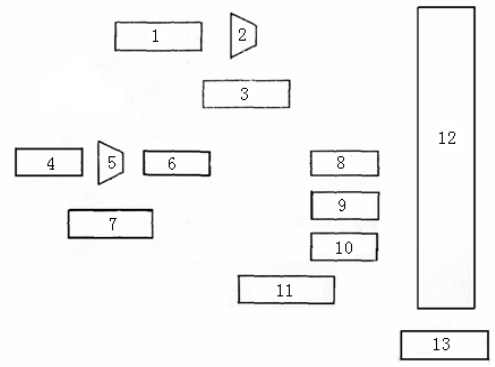


图 14-3　建立图形布局

14.2.3　添加连接线

添加连接线实际上就是用导线将图中相应的模块连接起来。实际上很简单，只需要执行简单的图层切换、画线操作和平移操作即可。下面以连接图 14-3 中的 6 和 8 为例进行讲解。

01 切换图层。将当前图层切换为“点画线”。

02 绘制连接线。利用“直线”快捷命令 L，在“对象捕捉”绘图方式下，用鼠标左键分别捕捉矩形 6 的右上端点和矩形 8 的左上端点，绘制一条水平直线，如图 14-4 所示。

03 移动连接线。利用“移动”快捷命令 M，将步骤 2 中绘制的导线向下平移 15，如图 14-5 所示。



图 14-4　绘制连接线

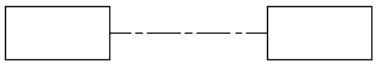


图 14-5　平移连接线

14.2.4　添加各部件的文字

01 将“文字”图层设置为当前图层。

02 在图中对应的矩形或者梯形的中间加入各主要部分的文字。执行“多行文字”快捷命令 T，进入添加文字状态。命令行提示与操作如下。

```
    命令: _mtext
    当前文字样式: "Standard"  当前文字高度:2.5
    指定第一角点:（把鼠标移动到屏幕上合适位置，单击左键，按住不放，
一直移动到另一个点，然后放开鼠标）
    指定对角点或 [高度(H)/对正(J)/行距(L)/旋转(R)/样式(S)/宽度
(W)]:
```

此时屏幕上显示“文字编辑器”选项卡和多行文字编辑器，如图 14-6 所示。在“文字编辑器”选项卡中可以设置字体、文字大小、文字风格、文字排列样式等。读者可以先根据自己的需要在选项卡中设置好合适的文字样式，然后将光标移动到多行文字编辑器中，添加需要的文字内容，最后在绘图区空白处单击退出，完成文字的添加，最后插入电话图块，结果如图 14-1 所示。

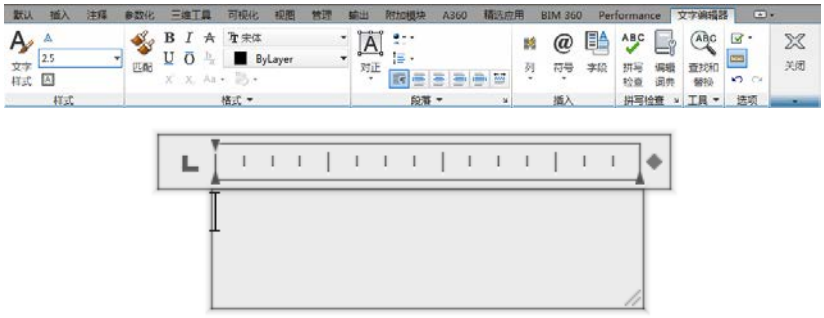


图 14-6　添加文字

注意

如果觉得文字的位置不理想，可以选定文字，将文字移动到需要的位置。移动文字的方法比较多，下面推荐一种比较方便的方法。

首先选定需要移动的文字，执行“修改”→“移动”菜单命令，此时命令行出现如下提示。

指定基点或 [位移(d)] <位移>:

把鼠标的光标移动到被移动文字的附近（不是屏幕任意位置，一定不能是离被移动文字比较远的位置），单击鼠标左键，此时移动鼠标就会发现被选定的文字会随着鼠标移动并实时显示出来，把鼠标光标移动到需要的位置，再单击鼠标左键，选定文字就被移动到了合适的位置。利用此方法可以将文字调整到任意位置。

14.3 恒温烘房电气控制图

本节绘制恒温烘房电气控制图，如图 14-7 所示。

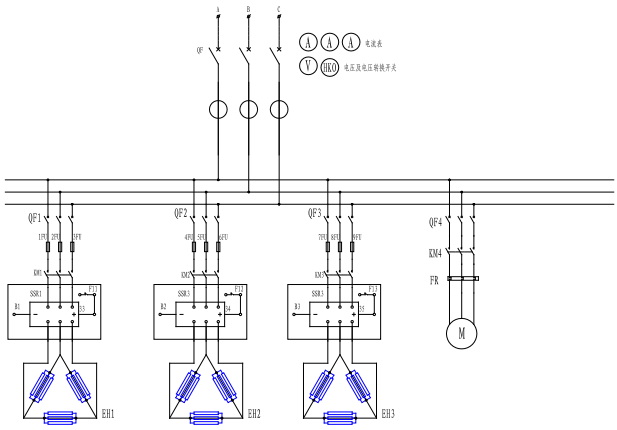


图 14-7　恒温烘房电气控制图

图 14-7 是某恒温烘房的电气控制图，它主要由供电线路、3 个加热区及风机组成。其绘制思路为，先根据图纸结构绘制出主要的连接线，然后依次绘制各主要电气元件，之后将各电气元件分别插入合适位置，组成各加热区和循环风机，最后将各部分组合，即完成图纸绘制。

14.3.1　设置绘图环境

1．建立新文件

执行“新建”快捷命令 Ctrl+N，AutoCAD 打开“选择样板”对话框，在该对话框中选择需要的样板图，单击“打开”按钮，则会返回绘图区域。新文件命名为“恒温烘房电气控制图.dwg”并保存。

2．设置图层

利用“图层”快捷命令 LA，设置“连接线层”、“实体符号层”和

“虚线层”3 个图层，各图层的颜色、线型及线宽设置分别如图 14-8 所示。将“连接线层”图层设置为当前图层。

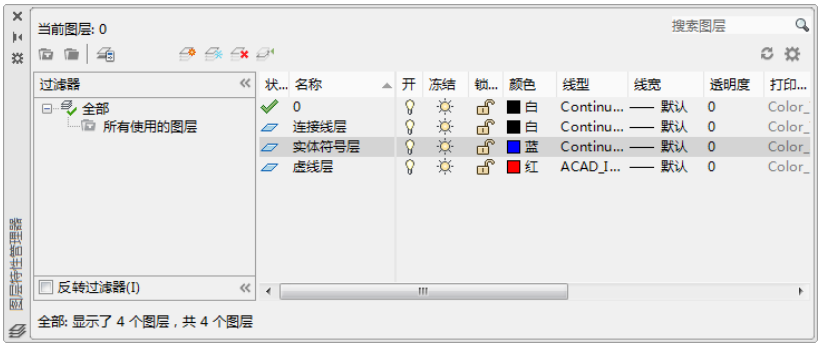


图 14-8　新建图层

14.3.2　图纸布局

使用 1∶50 的比例绘制设计图。

01 利用“直线”快捷命令 L，绘制直线 1 {(1000,10000), (11000,10000)}，如图 14-9 所示。

图 14-9　水平直线

02 利用“偏移”快捷命令 O，以直线 1 为起始，依次向下偏移 200mm、200mm 和 4000mm，得到一组水平直线。

03 利用“直线”快捷命令 L，并启动“对象追踪”功能，用鼠标分别捕捉直线 1 和最下面一条水平直线的左端点，连接起来，得到一条竖直直线。

04 利用“偏移”快捷命令 O，以竖直直线为起始，依次向右偏移 700mm、200mm、200mm、2000mm、200mm、200mm、1800mm、200mm、200mm、1600mm、200mm 和 200mm，得到一组竖直直线。利用“删除”快捷命令 E，删除初始竖直直线。上述绘制的水平直线和竖直直线构成了如图 14-10 所示的图形。

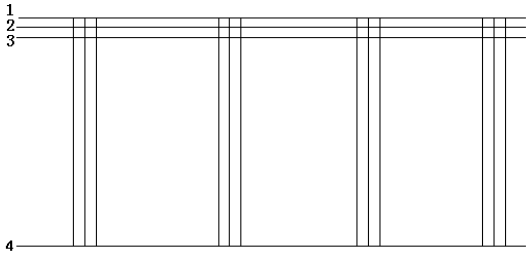


图 14-10　添加连接线

05 利用“直线”快捷命令 L，并启动“对象追踪”功能，用鼠标捕捉直线 3 的左端点，向上绘制一条长度为 2000mm 的竖直直线 5。

06 利用“移动”快捷命令 M，将直线 5 向右平移 3500mm。

07 利用“偏移”快捷命令 O，将直线 5 向右分别偏移 500mm、500mm，得到直线 6 和直线 7。

08 利用“直线”快捷命令 L，并启动“对象追踪”功能，用鼠标分别捕捉直线 6 和直线 7 的上端点，绘制水平直线。

09 利用“偏移”快捷命令 O，将直线 4 向上偏移 1000mm。

10 利用“修剪”快捷命令 TR 和“删除”快捷命令 E，修剪水平和竖直直线，并删除多余的直线，得到如图 14-11 所示的图形，即绘制完成的图纸布局。

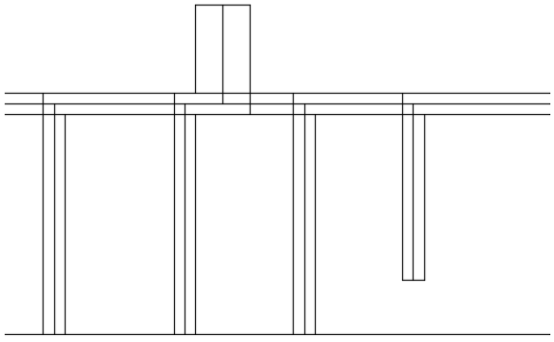


图 14-11　图纸布局

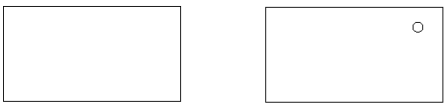
14.3.3　绘制各电气元件

1．绘制固态继电器

（1）利用“矩形”快捷命令 REC，绘制一个长为 100mm、宽为 50mm 的矩形，如图 14-12（a）所示。

（2）利用“圆”快捷命令 C，在“对象追踪”绘图方式下，用鼠标捕捉矩形的右上角点作为圆心，绘制一个半径为 2.5mm 的圆。

（3）利用“移动”快捷命令 M，将上一步中绘制的圆向左平移 13mm，然后向下平移 10mm，结果如图 14-12（b）所示。



（a）绘制矩形　　（b）绘制、移动圆

图 14-12　绘制矩形及圆

（4）利用“矩形阵列”命令，选择圆为阵列对象，用鼠标捕捉圆心为基点，“行数”设置为 2，“列数”设置为 3。“行间距”设置为-30mm，“列间距”设置为-25mm，效果如图 14-13（a）所示。

（5）利用“直线”快捷命令 L，并启动“对象追踪”功能，用鼠标捕捉竖直方向的两个圆的圆心，绘制竖直直线。用同样的方法绘制另外两条竖直直线。

（6）利用“拉长”快捷命令 LEN，将 3 条竖直直线向上和向下分别拉长 40mm，结果如图 14-13（b）所示。

（7）利用“分解”快捷命令 X，将绘制的矩形分解为直线 1、直线 2、直线 3、直线 4。

（8）利用“偏移”快捷命令 O，将直线 1 向下偏移 25mm，得到水平直线 5。

（9）利用“拉长”快捷命令 LEN，将直线 5 向两端分别拉长 30mm，如图 14-14（a）所示。

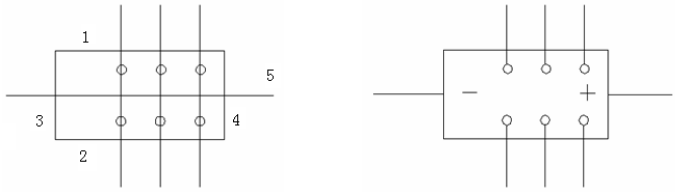


（a）矩形阵列　　（b）绘制拉长直线

图 14-13　复制圆及添加直线

（10）利用“修剪”快捷命令 TR，选择直线 3 和直线 4 作为修建边，对直线 5 进行修剪，保留直线 5 在矩形以外的部分，如图 14-14（b）所示。

（11）在矩形内的相应位置加上“+”和“－”符号，如图 14-14（b）所示。此时的效果就是绘制完成的固态继电器图形符号。



（a）绘制水平直线　　（b）修剪直线

图 14-14　完成绘制

2．绘制加热器

（1）利用“矩形”快捷命令 REC，绘制一个长为 500mm，宽为 55mm 的矩形 1，如图 14-15（a）所示。

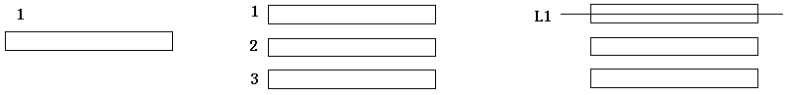
（2）利用“复制”快捷命令 CO，将上一步中绘制的矩形复制两份，并分别向下平移 100mm 和 200mm，得到矩形 2 和矩形 3，结果如图 14-15（b）所示。

（3）利用“分解”快捷命令 X，将矩形 1 分解为 4 条直线。

（4）利用“偏移”快捷命令 O，以矩形 1 的上边为起始，向下绘制一条水平直线 L1，偏移量为 27.5mm。

（5）利用“拉长”快捷命令 LEN，将直线 L1 向两端分别拉长 75mm，

如图 14-15（c）所示。



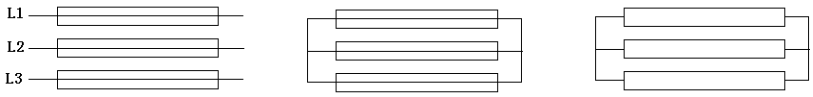
（a）矩形 1　　（b）复制矩形　　（c）拉长直线

图 14-15　开始绘制

（6）利用“偏移”快捷命令 O，以直线 L1 为起始，向下分别绘制两条水平直线 L2 和 L3，偏移量分别为 100mm 和 100mm，如图 14-16（a）所示。

（7）利用“直线”快捷命令 L，在“对象捕捉”绘图方式下，用鼠标分别捕捉直线 L1、L2 和 L3 的左右端点，依次连接为直线，如图 14-16（b）所示。

（8）利用“修剪”快捷命令 TR，以矩形的各边为剪切边，对直线 L1、L2 和 L3 进行剪切，结果如图 14-16（c）所示。



（a）复制直线　　（b）连接直线　　（c）剪切直线

图 14-16　绘制图形

（9）存储为图块。在命令行输入 WBLOCK 命令，打开“写块”对话框。在“源”下选择“对象”。单击“拾取点”按钮，暂时回到绘图屏幕进行选择，用鼠标捕捉直线 L2 的左端点作为基点。单击“选择对象”按钮，暂时回到绘图屏幕进行选择，用鼠标选择图中的图形作为对象。在“目标”下选择或者输入路径，文件名为“加热模块”。“插入单位”选择毫米，单击“确定”按钮，上面绘制的图形被存储为图块。

（10）利用“直线”快捷命令 L，绘制直线{(1000,500), (1150,500)}，如图 14-17（a）所示。

（11）利用“旋转”快捷命令 RO，选择“复制”模式，将上一步

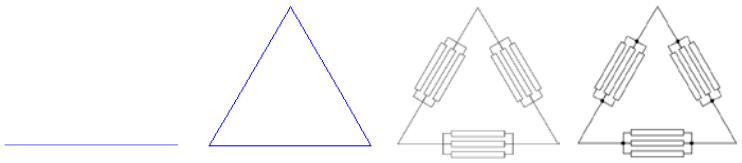
中绘制的水平直线绕直线的左端点旋转 60°。

用同样的方法将水平直线绕直线右端点旋转－60°，得到一个边长为 150mm 的等边三角形，如图 14-17（b）所示。

（12）利用“插入块”快捷命令 I，将“加热模块”图块插入到等边三角形中。插入点分别为等边三角形 3 条边的中点；缩放比例全部为 0.1。左右两个“加热模块”在插入时分别需要旋转 60°和－60°。

（13）利用“修剪”快捷命令 TR 和“删除”快捷命令 E，修剪图中多余的图形，得到如图 14-17（c）所示的结果。这就是绘制完成的加热器的图形符号。

（14）利用“圆环”快捷命令 DO，在导线交点处放置外圆半径为 3mm 的实心圆环，如图 14-17（d）所示，就是绘制完成的加热器的图形符号。



（a）绘制直线　（b）旋转复制　（c）修剪圆形　（d）绘制圆环

图 14-17　完成绘制

3．绘制交流接触器

（1）利用“直线”快捷命令 L，分别绘制直线 1{(400,100)，(400,300)}、直线 2{(400,420),(400,680)}，如图 14-18（a）所示。

（2）利用“直线”快捷命令 L，在“对象捕捉”和“极轴”绘图方式下，用鼠标捕捉直线 1 的上端点，以其为起点，绘制一条与水平方向成 120°角，长度为 150mm 的直线，如图 14-18（b）所示。

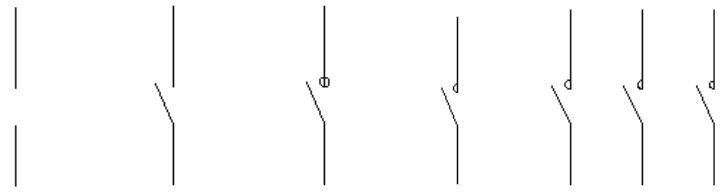
（3）利用“圆”快捷命令 C，用鼠标捕捉直线 2 的下端点，以其为圆心，绘制一个半径为 15mm 的圆。

（4）利用“移动”快捷命令 M，将上一步中绘制的圆向上平移 15mm，

如图 14-18（c）所示。

（5）利用“修剪”快捷命令 TR，以直线 2 为剪切边，对圆进行剪切，如图 14-18（d）所示。

（6）利用“复制”快捷命令 CO，将上一步中得到的图形复制两份，分别向右平移 250mm 和 500mm, 如图 14-18（e）所示。

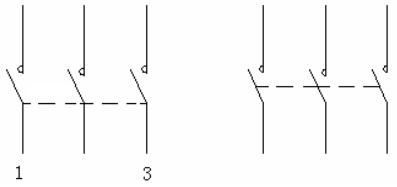


（a）绘制直线　（b）绘制斜线　（c） 绘制圆　（d）修剪图形　（e）复制图形

图 14-18　绘制交流接触器

（7）利用“直线”快捷命令 L，用鼠标分别捕捉直线 1 和直线 3 的上端点，绘制水平直线，并转换为虚线层，如图 14-19（a）所示。

（8）利用“移动”快捷命令 M，将上一步中绘制的水平直线分别向上和向左平移 60mm 和 30mm，得到如图 14-19（b）所示的图形。这就是绘制完成的交流接触器的图形符号。



（a）绘制水平直线　　（b）移动水平直线

图 14-19　完成绘制

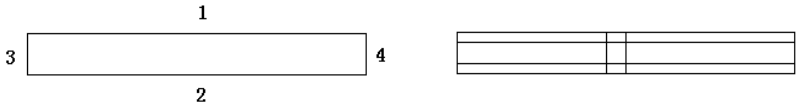
4．绘制热继电器

（1）利用“矩形”快捷命令 REC，绘制一个长为 600mm，宽为 70mm 的矩形，如图 14-20（a）所示。

（2）利用“分解”快捷命令 X，将绘制的矩形分解为直线 1、直线

2、直线 3、直线 4。

（3）利用“偏移”快捷命令 O，以直线 1 为起始，绘制两条水平直线，偏移量分别为 18mm 和 34mm；以直线 3 为起始，绘制两条竖直直线，偏移量分别为 270mm 和 300mm，如图 14-20（b）所示。

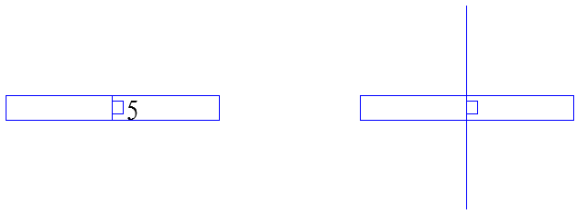


（a）绘制矩形　　（b）绘制直线

图 14-20　绘制矩形及直线

（4）利用“修剪”快捷命令 TR 和“删除”快捷命令 E，修剪图形并删除多余的直线，得到如图 14-21（a）所示的结果。

（5）利用“拉长”快捷命令 LEN，将直线 5 分别向上和向下拉长 250mm，如图 14-21（b）所示。



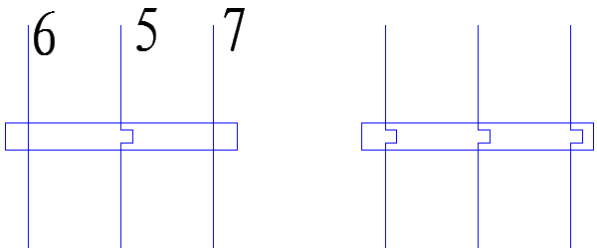
（a）修剪图形　　（b）拉长直线

图 14-21　修剪图形及拉长直线

（6）利用“偏移”快捷命令 O，以直线 5 为起始，分别向左和向右绘制两条竖直直线，直线 6 和直线 7，偏移量均为 240mm，如图 14-22（a）所示。

（7）利用“复制”快捷命令 CO，将直线 5 上的部分图形进行复制。

（8）利用“修剪”快捷命令 TR，以各水平直线为剪切边，对直线 5、直线 6 和直线 7 进行修剪，得到如图 14-22（b）所示的结果。这就是绘制完成的热继电器的图形符号。



（a）绘制直线　　（b）修剪图形

图 14-22　完成绘制

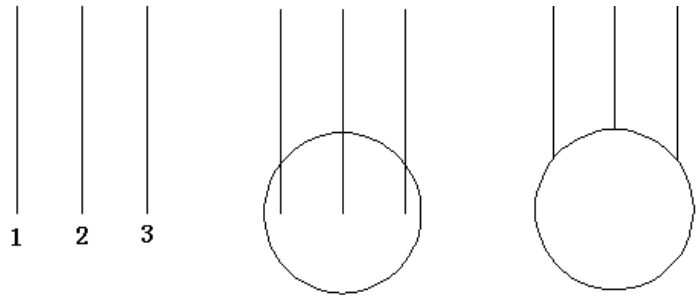
5．绘制风机

（1）利用“直线”快捷命令 L，绘制竖直直线 1{(1000,100),(1000,900)}。

（2）利用“偏移”快捷命令 O，以直线 1 为起始，向右绘制直线 2 和直线 3，偏移量分别为 240mm 和 240mm，结果如图 14-23（a）所示。

（3）利用“圆”快捷命令 C，用鼠标捕捉直线 2 的下端点，以其作为圆心，绘制一个半径为 300 的圆，如图 14-23（b）所示。

（4）利用“修剪”快捷命令 TR，以圆为剪切边，对直线 1、直线 2 和直线 3 做修剪操作，得到如图 14-23（c）所示的结果，这就是绘制完成的风机的图形符号。



（a）绘制直线　　（b）绘制圆　　（c）修剪图形

图 14-23　绘制风机

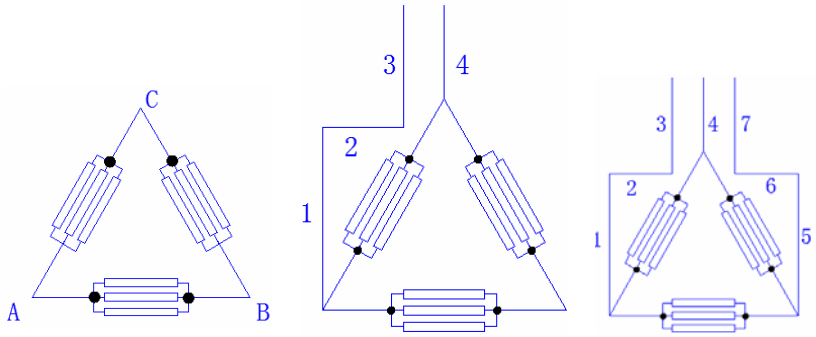
14.3.4 完成加热区

本例共有 3 个加热区，下面以一个加热区为例，来介绍加热区的绘制方法。

01 利用“复制”快捷命令 CO，将前面绘制的加热器复制一份过来，将复制的图形扩大 8 倍，如图 14-24（a）所示。

02 利用“直线”快捷命令 L，在“对象捕捉”和“正交”绘图方式下，用鼠标捕捉 A 点，以其为起点，分别绘制直线 1、直线 2 和直线 3，长度分别为 900mm、400mm 和 600mm。用同样的方法，用鼠标捕捉 C 点，以其为起点，绘制竖直直线 4，长度为 460mm，如图 14-24（b）所示。

03 利用“镜像”快捷命令 MI，选择直线 1、直线 2 和直线 3 为镜像对象，以直线 4 为镜像轴，做镜像操作。通过镜像得到连接线 5、连接线 6 和连接线 7，如图 14-24（c）所示。



（a）复制加热器　　（b）绘制直线　　（c）镜像直线

图 14-24　添加直线

04 利用“移动”快捷命令 M，选择整个固态继电器的图形符号为平移对象，用鼠标捕捉其向下接线头中最左边的接线头为基点，平移的目标点选择图示中直线 3 的上端点，并将插入的固态继电器扩大 8 倍，结果如图 14-25 所示。

05 完成加热区。用和上一步中同样的方法分别插入交流接触器、保险丝和电源开关，并调整缩放比例，结果如图 14-26 所示。

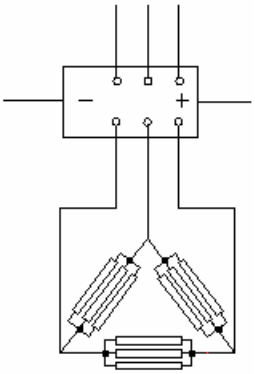


图 14-25　插入固态继电器

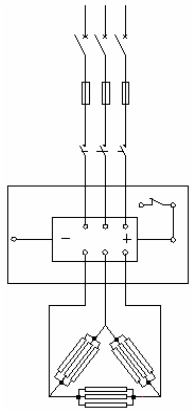
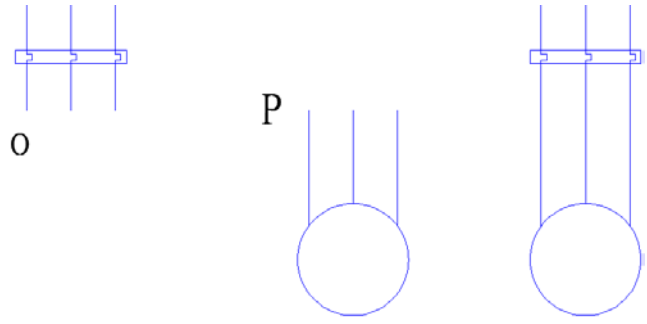


图 14-26　完成绘制

14.3.5　完成循环风机

01 连接风机和热继电器，将热继电器和风机的对应线头连接起来。方法如下：调用“移动”命令，选择热继电器符号为对象，用鼠标捕捉其下面最左边的接线头，即图 14-27（a）中的 O 点为基点；选择风机连接线最左边的接线头，即图 14-27（b）中的 P 点为目标点，将热继电器平移过去，绘制结果如图 14-27（c）所示。



（a）选择 0 点　　（b）选择 P 点　　（c）平移对象

图 14-27　添加电气元件

02 用和步骤 01 中相同的方法依次在上面的接线头插入交流接触器和电源开关，并调整缩放比例，绘制结果如图 14-28 所示。这就是完成的循环风机模块。

14.3.6 添加到结构图

前面已经分别完成了图纸布局、各个加热模块以及循环风机的绘制，按照规定的尺寸将上述各个图形组合起来就是完整的烘房电气控制图。

在组合过程中，利用“移动”快捷命令 M，将绘制的各部件的图形符号插入到结构图的对应位置，然后利用“修剪”快捷命令 TR 和“删除”快捷命令 E，删除掉多余的图形。在插入图形符号的时候，根据需要，可以利用“缩放”快捷命令 SC 调整图形符号的大小，以保持整个图形的美观整齐。结果如图 14-29 所示。

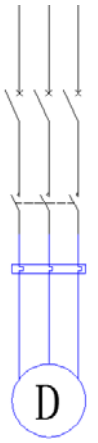


图 14-28 循环风机

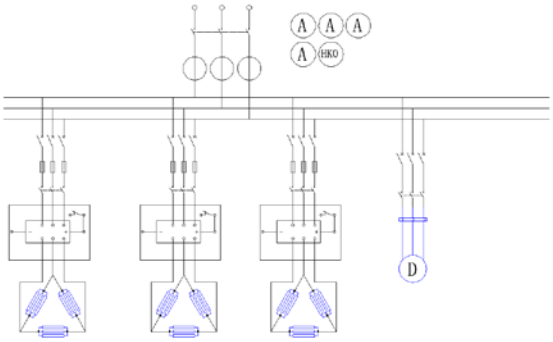


图 14-29 完成绘制

14.3.7 添加注释

01 创建文字样式。单击“默认”选项卡“注释”面板中的“文字样式”按钮，弹出“文字样式”对话框，创建一个名为“标注”的文字样式，“字体名”为“仿宋 GB_2312”，“字体样式”为“常规”，“高度”为 100，宽度比例为 0.7。

02 添加注释文字。利用 MTEXT 命令一次输入几行文字，然后调整其位置以对齐文字。调整位置的时候，结合使用正交命令。绘制结果如图 14-7 所示

附录A

索引

命令	快捷命令	功能	页码
A			
ADCENTER	ADC	启动设计中心	158
ALIGN	AL	对齐对象	184
ARC	A	创建圆弧	19
ARRAY	AR	阵列	81
ATTDEF	ATT	定义图块属性	149
ATTEDIT	ATE	编辑图块属性	150
B			
BEDIT	BE	动态块	147
BHATCH	BH	图案填充	44
BLOCK	B	定义图块	143
BOX		创建长方体	194
BREAK	BR	在两点间打断选定对象	96
C			
CHAMFER	CHA	倒角	94
CIRCLE	C	创建圆	18
COLOR	COL	设置颜色	64
CONSTRAINTSETTINGS	CSETTINGS	设置几何约束	66
COPY	CO	复制	77
CYLINDER	CYL	创建圆柱体	196
D			

DDEDIT	ED	文本编辑	112
DDMODIFY		修改特性	98
DIMALIGNED	DAL	对齐线性标注	130
DIMANGULAR	DNA	角度标注	130
DIMBASELINE	DBA	基线标注	130
DIMCENTER	DCE	圆心标记	130
DIMCONTINUE	DCO	连续标注	130
DIMDIAMETER	DDI	直径标注	130
DIMEDIT	DED	尺寸编辑	130
DIMLINEAR	DLI	线性标注	130
DIMORDINATE	DOR	坐标标注	130
DIMRADIUS	DRA	半径标注	130
DIMSTYLE	D	创建和修改标注样式	125
DIST	DI	查询距离	156
DIVIDE	DIV	等分点（DIVIDE，DIV）	28
DONUT	DO	绘制填充的圆或环	22
DSETTINGS	SE	打开“草图设置”对话框	53
E			
EDGESURF		绘制边界曲面	178
ELLIPSE	EL	创建椭圆或椭圆弧	22
ERASE	E	删除	100
EXPLODE	X	将复合对象分解为部件对象	91
EXTEND	EX	延伸对象	89
EXTRUDE	EXT	拉伸	198
F			
FILLET	F	倒圆角	92
H			
HATCH	H	填充封闭区域或选定对象	44
HATCHEDIT	HE	编辑填充图案	44
HIDE	HI	重生成三维模型时不显示隐藏线	231
I			

INSERT	I	插入图块	146
INTERFERE	INF	干涉检查	217
J			
JOIN	J	合并对象	92
L			
LAYER	LA	管理图层和图层特性	62
LEADER	LEAD	引线标注	133
LENGTHEN	LEN	拉长对象	91
LINE	L	创建直线段	16
LINETYPE	LT	加载、设置和修改线型	63
LIST	LI	显示选定对象的数据库信息	156
LOFT		放样	208
M			
MATBROWSEROPEN		附着材质	236
MATCHPROP	MA	特性匹配	99
MATEDITOROPEN		设置材质	238
MATERIALMAP		贴图	234
MEASURE	ME	测量点	28
MIRROR	MI	创建对象的镜像副本	78
MIRROR3D		修改三维镜像	182
MLINE	ML	绘制多线	32
MOVE	M	在指定方向上按指定距离移动对象	83
MTEXT	T	多行文本标注	47
N			
NAVVCUBE		控制视图控制器	173
NEW		新建文件	12
O			
OFFSET	O	偏移命令	80
OOPS	U	恢复	100
OPEN		打开文件	13
OPTIONS	OP	配置绘图系统	4

ORTHO		正交模式	55
OSNAP	OS	设置对象捕捉模式	56
P			
PAN	P	实时平移	52
PEDIT	PE	编辑多段线	36
PFACE		绘制多边网格面	175
PLINE	PL	绘制多段线	36
POINT	PO	绘制点	27
POLYGON	POL	绘制正多边形	25
PRESSPULL		按住并拖动	210
PROPERTIES		修改特性	98
Q			
QLEADER	LE	快速标注引线	134
QUIT		退出	14
R			
RECTANG	REC	绘制矩形	24
REDO		重做	11
REGION	REG	创建面域	41
RENDER	RR	渲染对象	239
REVOLVE	REV	绕轴旋转二维对象以创建实体	201
REVSURF	REV	绘制旋转网格	179
ROTATE	RO	旋转对象	84
RPREF	RPR	高级渲染设置	238
RULESURF		绘制直纹曲面	176
S			
SAVE		保存文件	13
SAVEAS		另存为	14
SCALE	SC	按比例缩放对象	85
SECTION	SEC	剖切截面	220
SLICE	SL	剖切实体	219
SOLIDEDIT		编辑实体	224

SPLINE	SPL	绘制样条曲线	38
SPLINEDIT	SPE	编辑样条曲线	38
STRETCH	S	拉伸对象	90
STYLE	ST	创建、修改或设置文字样式	105
SWEEP		扫掠	204
T			
TABLE	TB	绘制表格	114
TABLEDIT		编辑表格	115
TABLESTYLE	TS	创建、修改或指定表格样式	112
TABSURF		绘制平移曲面	177
TEXT	T	单行文本标注	109
TOLERANCE	TOL	标注形位公差	138
TOOLPALETTES	TP	打开工具选项板	159
TRIM	TR	修剪对象	86
U			
UCS		创建坐标系	167
UCSMAN	UC	管理已定义的用户坐标系	165
UNDO	Ctrl+Z	撤销命令	11
UNION	UNI	通过并集运算创建组合面域或实体	41
UNIT	UN	设置绘图环境	6
V			
VISUALSTYLES		视觉样式管理器	233
VSCURRENT		视觉样式	231
W			
WBLOCK	W	将对象或块写入新的图形文件中	144
X			
XLINE	XL	创建构造线	17
Z			
ZOOM	Z	实时缩放	51

3DARRAY	3A	创建三维阵列	183
3DFACE	3F	绘制三维面	174
3DMESH		绘制三维网格	175
3DMOVE		三维移动	185
3DORBIT	3DO	在三维空间中动态查看对象	170
3DROTATE		三维旋转	186